

НБ ОНУ імені І.І.Мечникова

R. FRIEDLÄNDER & SOHN
BERLIN
Carlstrasse 11.

A

НБ ОНУ имени И. Мечникова

НБ ОНУ імені К. Мечникова

TRAITE
DE LA LUMIERE.

Où sont expliquées

Les causes de ce qui luy arrive

Dans la REFLEXION, & dans la
REFRACTION.

Et particulièrement

Dans l'étrange REFRACTION

DV CRISTAL D'ISLANDE.

Par Monsieur CHRISTIAN HUYGENS, Seigneur de Zeelhem.

Avec un Discours de la Cause

DE LA PESANTEUR.



*1690
Genève*

R. C. Wagneri.

A L E I D E,
Chez PIERRE VANDER A A, Marchand Libraire.
M D C X C.

1690

P R E F A C E.

ses que je publie maintenant, & non pas pour déroger au mérite de ceux, qui, sans avoir rien vû de ce que j'avois écrit, peuvent s'estre rencontrés à traiter des matieres semblables: comme il est arrivé effectivement à deux Excellents Geometres, Messieurs Newton & Leibnits, à l'égard du Probleme de la figure des verres pour assembler les rayons, lors qu'une des surfaces est donnée.

On pourra demander pourquoi j'ay tant tardé à mettre au jour cet Ouvrage. La raison est que je l'avois écrit assez negligemment en la Langue où on le voit, avec intention de le traduire en Latin, faisant ainsi pour avoir plus d'attention aux choses. Apres quoy je me proposois de le donner ensemble avec un autre Traité de Dioptrique, où j'explique les effets des Telescopes, & ce qui appartient de plus à cette Science. Mais le plaisir de la nouveauté ayant cessé, j'ay differé de temps à autre d'executer ce dessein, & je ne sçay pas quand j'aurois encore pû en venir à bout, estant souvent diverti, ou par des affaires, ou par quelque nouvelle étude. Ce que considérant, j'ay en fin jugé qu'il valoit mieux de faire paroître cet escrit tel qu'il est, que de le laisser courir risque, en attendant plus long temps, de demeurer perdu.

On y verra de ces sortes de demonstrations, qui ne

P R E F A C E.

ne produisent pas une certitude aussi grande que celles de Geometrie, & qui mesme en different beaucoup, puisque au lieu que les Geometres prouvent leurs Propositions par des Principes certains & incontestables, icy les Principes se verifient par les conclusions qu'on en tire; la nature de ces choses ne souffrant pas que cela se fasse autrement. Il est possible toutefois d'y arriver à un degré de vraisemblance, qui bien souvent ne cede guere à une évidence entiere. Sçavoir lors que les choses, qu'on a démontrées par ces Principes supposez, se raportent parfaitement aux phenomenes que l'experience a fait remarquer; sur tout quand il y en a grand nombre, & encore principalement quand on se forme & prévoit des phenomenes nouveaux, qui doivent suivre des hypotheses qu'on employe, & qu'on trouve qu'en cela l'effet repond à nostre attente. Que si toutes ces preuves de la vraisemblance se rencontrent dans ce que je me suis proposé de traiter, comme il me semble qu'elles font, ce doit estre une bien grande confirmation du succès de ma recherche, & il se peut malaisément que les choses ne soient à peu pres comme je les represente. Je veux donc croire que ceux qui aiment à connoître les Causes, & qui sçavent admirer la merveille de la Lumiere, trouveront quelque satisfaction dans ces diverses speculations qui

P R E F A C E.

la regardent, & dans la nouvelle explication de son insigne propriété, qui fait le principal fondement de la construction de nos yeux, & de ces grandes inventions qui en étendent si fort l'usage. J'espere aussi qu'il y en aura, qui en suivant ces commencements, pénétreront plus avant toute cette matiere que je n'ay sçû faire, puisqu'il s'en faut beaucoup qu'elle ne soit épuisée. Cela paroît par les endroits que j'ay marquez, où je laisse des difficultez sans les résoudre; & encore plus par les choses que je n'ay point touchées du tout, comme sont les Corps Luisants de plusieurs sortes, & tout ce qui regarde les Couleurs; en quoy personne jusqu'icy ne peut se vanter d'avoir reussi. Enfin il reste bien plus à chercher touchant la nature de la Lumiere, que je ne pretens d'en avoir découvert, & je devray beaucoup de retour à celui qui pourra suppléer à ce qui me manque icy de connoissance. A la Haye. Le 8 Jan. 1690.

TA.

T A B L E D E S M A T I E R E S
Contenues dans ce Traité.

CHAP. I. Des rayons directement étendus.	travers.	p. 27.
Que la Lumiere est produite par certain recouvrement.	Preuve de ce que la matiere etherée passe à travers les corps diaphanes.	p. 28.
Qu'il ne passe point de corps depuis l'objet lumineux jusqu'à nos yeux.	Comment cette matiere qui y passe les rend diaphanes.	p. 29.
Que la Lumiere s'étend spheriquement, & à peu pres comme le Son.	Que les corps les plus solides en appa- rence sont d'un tissu fort rare.	p. 29.
Si la Lumiere emploie du temps à s'eten- dre.	Que la Lumiere s'étend plus lentement au dedans de l'eau, & du verre, que dans l'air.	p. 30.
Experience qui semble prouver qu'elle passe dans un instant.	Troisième hypothese pour expliquer la transparence, & le ralentissement qu'y souffre la Lumiere.	p. 30.
Experience qui prouve qu'elle emploie du temps.	De ce qui peut rendre les corps opaques.	p. 31.
De combien sa vitesse est plus grande que celle du Son.	Demonstration pourquoy la Refraction ob- serve la proportion connue des Sinus.	p. 33.
En quoy l'emanation de la Lumiere differe de celle du Son.	Pourquoy le Rayon incident, & le rompu se produisent reciproquement.	p. 36.
Que ce n'est pas le mesme milieu qui sert à l'un & à l'autre.	Pourquoy la Reflexion, au dedans d'un Prisme de verre triangulaire, se ren- force subitement, depuis que la Lumie- re ne peut plus le percer.	p. 38.
Comment s'étend de Son.	Que les corps qui causent plus grande re- fraction, font aussi la reflexion plus forte.	p. 39.
Comment s'étend la Lumiere.	Demonstration d'un Theoreme de Mr. de Fermat.	p. 40.
Remarque particuliere sur l'extension de la Lumiere.	CHAP. IV. De la Refraction de l'Air.	
Pourquoy les Rayons ne s'étendent qu'en li- gne droite.	Que les emanations de la Lumiere dans l'air ne sont pas spheriques.	p. 43.
Comment la Lumiere, venant de divers en- droits, se traverse sans empêchement.	Comment par là quelques objets paroissent plus elevez qu'ils ne sont.	p. 44.
	Comment le Soleil peut paroître sur l'Ho- rizon, devant qu'il soit levé.	p. 45.
CHAP. II. De la Reflexion.	Que les rayons de la Lumiere deviennent courbes dans l'Air de l'Atmosphere, & quels effets cela produit.	p. 46.
Demonstration de l'Egalité des angles d'incidence & de reflexion.		
Pourquoy le rayon incident & reflechi sont dans un mesme plan, perpendiculaire à la surface reflechissante.		
Qu'il n'est pas necessaire que la surface re- flechissante soit parfaitement unie, pour faire l'egalité des angles d'incidence & de reflexion.		
	CHAP. III. De la Refraction.	
	Que les corps pourroient estre transpa- rents sans qu'aucune matiere passât à	

CHAP.

TABLE DES MATIERES, &c.

CHAP. V. De l'Etrange Refraction du Cristal d'Islande.

Que ce Cristal croit aussi en d'autres pais. p. 49.
 Qui en a escrit le premier. p. 49.
 Description du Cristal d'Islande; sa matiere, figure, & proprietez. p. 49.
 Qu'il a deux refractions differentes. p. 51.
 Que le rayon perpendiculaire à la surface y souffre refraction, & que des rayons inclinez à la surface passent sans refraction. p. 51.
 Observation des refractions de ce Cristal. p. 52.
 Qu'il a une refraction Reguliere & une Irreguliere. p. 54.
 La maniere de mesurer les deux refractions du Cristal d'Islande. p. 54.
 Proprietez remarquable de la refraction Irreguliere. p. 57.
 Hypothese pour expliquer la double refraction. p. 58.
 Que le Cristal de Roche a aussi une double Refraction. p. 59.
 Hypothese des emanations de la Lumiere, au dedans du Cristal d'Islande de forme spheröide, pour la refraction Irreguliere. p. 60.
 Comment un rayon perpendiculaire peut souffrir refraction. p. 60.
 Comment la position & la forme des emanations spheröides dans ce Cristal peut estre definie. p. 62. & 63.
 Explication de la refraction Irreguliere par ces emanations spheröides. p. 63.
 Maniere aisée pour trouver la refraction Irreguliere de chaque rayon incident. p. 66.
 Demonstration du rayon oblique, qui passe le Cristal sans estre rompu. p. 69.
 Autres irregularitez de refraction expliquées. p. 74.

Qu'un objet posé sous le Cristal paroît double, dans deux images de differente hauteur. p. 77.

Pourquoy les hauteurs apparentes de l'une de ces images changent en changeant la situation des yeux au dessus du Cristal. p. 78 & suivantes.

Des Coupes differentes de ce Cristal, qui produisent encore d'autres refractions, & confirment toute cette Theorie. p. 85.

Maniere particuliere d'en polir les surfaces, apres qu'il a esté coupé. p. 88.

Phenomene surprenant touchant les rayons qui passent par deux morceaux separez, du quel la cause n'est point expliquée. p. 89.

Conjecture vraisemblable sur la composition interieure du Cristal d'Islande, & de quelle figure sont ses particules. p. 91.

Preuves pour confirmer cette conjecture. p. 94.

Calculs qui ont esté supposez dans ce Chapitre. p. 96.

CHAP. VI. Des Figures des corps diaphanes qui servent à la Refraction & à la Reflexion.

Regle generale & aisée pour trouver ces Figures. p. 102.

Invention des Ouales de Mr. des Cartes pour la Dioptrique. p. 103.

Comment il a pu trouver ces Lignes. p. 110.

Maniere de trouver la surface d'un verre pour la refraction parfaite, lors que l'autre surface est donnée. p. 113.

Remarque sur ce qui arrive aux rayons dans la refraction d'une surface spherique. p. 118.

Remarque sur la ligne courbe qui se forme dans la reflexion d'un miroir concave spherique. p. 123.



T R A I T E
 DE LA LUMIERE.
 C H A P. I.

DES RAYONS DIRECTEMENT ETENDUS.

Les demonstrations qui concernent l'Optique, ainsi qu'il arrive dans toutes les sciences où la Geometrie est appliquée à la matiere, sont fondées sur des veritez tirées de l'experience; telles que sont que les rayons de lumiere s'etendent en droite ligne; que les angles de reflexion & d'incidence sont egaux: & que dans les refractions le rayon est rompu suivant la regle des Sinus, deormais si connue, & qui n'est pas moins certaine que les precedentes.

La pluspart de ceux qui ont écrit touchant les differentes parties de l'Optique se sont contentés de presupposer ces veritez. Mais quelques uns plus curieux en ont voulu rechercher l'origine, & les causes, les considerant elles mesmes comme des effets admirables de la Nature. En quoy ayant avancé des choses ingenieuses, mais non pas telles pourtant que les plus intelligens ne souhaittent des explications qui leur satisfassent d'avantage; je veux proposer icy ce que j'ay medité sur ce sujet, pour contribuer autant que je puis à l'éclaircissement de cette partie de la Science naturelle, qui non sans raison en est reputée une des plus difficiles. Je reconnois estre beaucoup redevable à ceux qui ont commencé les premiers à dissiper l'obscurité estrange ou ces

choses estoient enveloppées, & à donner esperance qu'elles se pouvoient expliquer par des raisons intelligibles. Mais je m'étonne aussi d'un autre costé comment ceux là mesme, bien souvent ont voulu faire passer des raisonnements peu evidents, comme tres certains & demonstratifs: ne trouvant pas que personne ait encore expliqué probablement ces premiers, & notables phenomenes de la lumiere, sçavoir pourquoy elle ne s'étend que suivant des lignes droites, & comment les rayons visuels, venant d'une infinité de divers endroits, se croisent sans s'empêcher en rien les uns les autres.

J'essaieray donc dans ce livre, par des principes receus dans la Philosophie d'aujourd'huy, de donner des raisons plus claires & plus vraisemblables, premierement de ces propriétés de la lumiere directement estenduë; secondement de celle qui se reflechit par la rencontre d'autres corps. Puis j'expliqueray les symptomes des rayons qui sont dits souffrir refraction en passant par des corps diaphanes de differente espece: où je traiteray aussi des effets de la refraction de l'air par les differentes densitez de l'Atmosphere.

Ensuite j'examineray les causes de l'étrange refraction de certain Cristal qu'on apporte d'Islande. Et en dernier lieu je traiteray des differentes figures des corps transparents, & reflechissants, par lesquelles les rayons sont assemblez en un point, ou detournez en differentes manieres. Où l'on verra avec quelle facilité se trouvent, suivant nostre Theorie nouvelle, non seulement les Ellipses, Hyperboles, & autres lignes courbes que M^r. Des Cartes a subtilement inventées pour cet effet; mais encore celles qui doivent former la surface d'un verre, lorsque l'autre surface est donnée, spherique, platte, ou de quelque figure que ce puisse estre.

L'on ne sçauroit douter que la lumiere ne consiste dans le mouvement de certaine matiere. Car soit qu'on regarde la pro-

duction, on trouve qu'icy sur la Terre c'est principalement le feu & la flamme qui l'engendrent, lesquels contiennent sans doute des corps qui sont dans un mouvement rapide, puis qu'ils dissolvent & fondent plusieurs autres corps des plus solides: soit qu'on regarde ses effets, on voit que quand la lumiere est ramassée, comme par des miroirs concaves, elle a la vertu de brûler comme le feu, c'est-à-dire qu'elle defunit les parties des corps; ce qui marque assurément du mouvement, au moins dans la vraye Philosophie, dans laquelle on conçoit la cause de tous les effets naturels par des raisons de mecanique. Ce qu'il faut faire à mon avis, ou bien renoncer à toute esperance de jamais rien comprendre dans la Physique.

Et comme, suivant cette Philosophie, l'on tient pour certain que la sensation de la veuë n'est excitée que par l'impression de quelque mouvement d'une matiere qui agit sur les nerfs au fond de nos yeux, c'est encore une raison de croire que la lumiere consiste dans un mouvement de la matiere qui se trouve entre nous & le corps lumineux.

De plus quand on considere l'extreme vitesse dont la lumiere s'étend de toutes parts, & que quand il en vient de differentes endroits, mesme de tout opposez, elles se traversent l'une l'autre sans s'empescher; on comprend bien que quand nous voyons un objet lumineux, ce ne sçauroit estre par le transport d'une matiere, qui depuis cet objet s'en vient jusqu'à nous, ainsi qu'une bale ou une fleche traverse l'air: car assurément cela repugne trop à ces deux qualités de la lumiere, & sur tout à la derniere. C'est donc d'une autre maniere qu'elle s'étend, & ce qui nous peut conduire à la comprendre c'est la connoissance que nous avons de l'extension du Son dans l'air.

Nous sçavons que par le moyen de l'air, qui est un corps invisible & impalpable, le Son s'étend tout à l'entour du lieu où il a esté produit, par un mouvement qui passe successivement

non procul
a proprio signi-
ficato

AB

l'experience, puisque l'angle GEC seroit fort sensible, & environ de 33 degrez. Car selon nostre supputation, qui est au *Traité* des causes des phenomenes de Saturne, la distance BA entre la Terre & le Soleil est environ de douze mille diametres terrestres, & partant quatre cens fois plus grande que BC distance de la Lune, qui est de 30 diametres. Donc l'angle ECB sera à peu près quatre cens fois plus grand que BAE , qui est de cinq minutes, sçavoir le chemin que fait la Terre en deux heures dans son orbite; & ainsi l'angle BCE presque de 33 degrez; & de mesme l'angle CEG , qui le surpasse de cinq minutes.

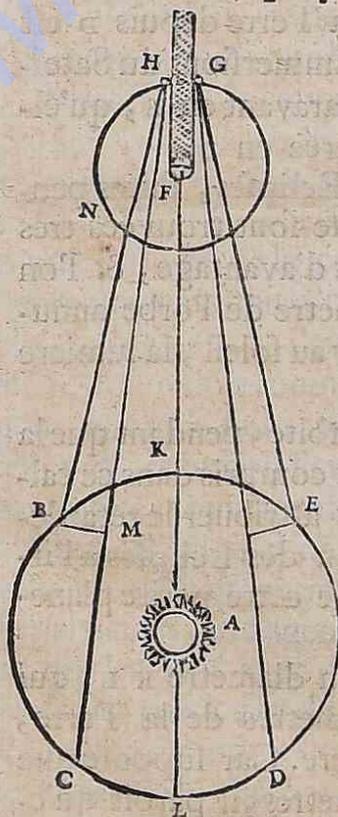
Mais il faut noter que la vitesse de la lumiere dans ce raisonnement a esté posée telle qu'il luy faut une heure de temps pour faire le chemin d'icy à la Lune. Que si l'on suppose qu'il ne faut pour cela qu'une minute de temps, alors il est manifeste que l'angle CEG ne sera que de 33 minutes, & s'il ne faut que dix secondes de temps, cet angle ne sera pas de six minutes. Et alors il n'est pas aisé de s'en apercevoir dans les observations d'Eclipse, ni par consequent permis d'en rien conclure pour le mouvement instantané de la lumiere.

Il est vray que c'est supposer une estrange vitesse qui seroit cent mille fois plus grande que celle du Son. Car le Son, selon ce que j'ay observé, fait environ 180 Toises dans le temps d'une Seconde ou d'un battement d'artere. Mais cette supposition ne doit pas sembler avoir rien d'impossible; parce qu'il ne s'agit point du transport d'un corps avec tant de vitesse, mais d'un mouvement successif qui passe des uns aux autres. Je n'ay donc pas fait difficulté, en meditant ces choses, de supposer que l'emanation de la lumiere se faisoit avec le temps, voyant que par là tous ses phenomenes se pouvoient expliquer, & qu'en suivant l'opinion contraire tout estoit incomprehensible. Car il m'a tousjours semblé, & à beaucoup d'autres avec moy, que mesme M^r. Des Cartes, qui a eu pour but de traiter intelligiblement

ment de tous les sujets de Physique, & qui assurément y a beaucoup mieux reussi que personne devant luy, n'a rien dit qui ne soit plein de difficultez, ou mesme inconcevable, en ce qui est de la Lumiere & de ses proprietéz.

Mais ce que je n'employois que comme une hypothese, a receu depuis peu grande apparence d'une verité constante, par l'ingenieuse demonstration de M^r. Romer que je vay rapporter icy, en attendant qu'il donne luy mesme tout ce qui doit servir à la confirmer. Elle est fondée de mesme que la precedente sur des observations celestes, & prouve non seulement que la lumiere employe du temps à son passage, mais aussi fait voir combien elle employe de temps, & que sa vitesse est encore pour

le moins six fois plus grande que celle que je viens de dire.



Il se sert pour cela des Eclipses que souffrent les petites Planetes qui tournent autour de Jupiter, & qui entrent souvent dans son ombre; & voicy quel est son raisonnement. Soit A le soleil, BCE l'orbe annuel de la Terre, F Jupiter, GN l'orbite du plus proche de ses Satellites, car c'est cetuy cy qui est plus propre à cette recherche qu'aucun des trois autres, à cause de la vitesse de sa revolution. Que G soit ce Satellite entrant dans l'ombre de Jupiter, H le mesme sortant de l'ombre.

Supposé donc que la Terre estant en B , quelque temps devant la derniere quadrature, l'on ait veu sortir ledit Satellite de l'ombre; il faudroit, si la Terre demouroit en ce mesme lieu, qu'après 42 heures & demie

demie l'on vist encore une pareille emerfion ; par ce que c'est le temps dans lequel il fait le tour de son orbite , & qu'il revient à l'opposition du Soleil. Et si la Terre demouroit toujours en B pendant 30 revolutions, par exemple , de ce Satellite , elle le verroit encore sortir de l'ombre apres 30 fois 42 heures & demie. Mais la Terre s'estant transportée pendant ce temps en C , en s'éloignant d'avantage de Jupiter , il senfuit que si la lumiere employe du temps à son passage , l'illumination de la petite planete sera aperceüe plus tard en C qu'elle ne l'auroit esté en B , & qu'il faut ajouter, à ce temps de 30 fois 42 heures & demie, encore celui qu'emploie la lumiere à passer l'espace MC , difference des espaces CH , BH . De mesme vers l'autre quadrature quand la Terre depuis D est venue en E, en s'approchant de Jupiter, les immerfions du Satellite G dans l'ombre doivent s'observer auparavant en E , qu'elles n'auroient paru si la Terre estoit demeurée en D.

Or par quantité d'observations de ces Eclipses , faites pendant dix ans consecutifs , ces differences se sont trouvées tres considerables , comme de dix minutes , & d'avantage , & l'on en a conclu que pour traverser tout le diametre de l'orbe annuel KL , qui est le double de la distance d'icy au soleil , la lumiere a besoin d'environ 22 minutes de temps.

Le mouvement de Jupiter dans son orbite , pendant que la Terre passe de B en C , ou de D en E , est compris dans ce calcul ; & l'on fait voir qu'on ne peut point attribuer le retardement de ces illuminations , ni l'anticipation des Eclipses à l'irregularité qui se trouve au mouvement de cette petite planete , ni à son excentricité.

Que si l'on considere la vaste étendue du diametre KL , qui selon moy est de quelques 24 mille diametres de la Terre , l'on connoitra l'extreme vitesse de la lumiere. Car supposé que KL ne soit que de 22 mille de ces diametres , il paroît qu'estants

stans passez en 22 minutes, cela fait mille diametres en une minute, & $16\frac{2}{3}$ diametres dans une seconde ou battement d'artere , qui font plus de onze cent fois cent mille toises ; puisque le diametre de la Terre contient 2865 lieues de 25 au degré , & que chaque lieuë est de 2282 Toises , suivant la mesure exacte que M^r. Picard a prise par ordre du Roy en 1669. Mais le Son, comme j'ay dit cy-devant , ne fait que 180 toises dans le mesme temps d'une seconde: donc la vitesse de la lumiere est plus de six cens mille fois plus grande que celle du Son: ce qui pourtant est toute autre chose que d'estre momentanée , puis qu'il y a la mesme difference que d'une chose finie à une infinie. Or le mouvement successif de la lumiere estant confirmé de cette maniere , il s'ensuit, comme j'ay deja dit, qu'il s'etend par des ondes spheriques , ainsi que le mouvement du Son.

Mais si l'un & l'autre se ressemblent en cela , ils different en plusieurs autres choses ; sçavoir en la premiere production du mouvement qui les cause ; en la matiere dans laquelle se mouvement s'etend ; & en la maniere dont il se communique. Car pour ce qui est de la production du Son , on sçait que c'est par l'ébranlement subit d'un corps entier , ou d'une partie considerable , qui agite tout l'air contigu. Mais le mouvement de la lumiere doit naitre comme de chaque point de l'objet lumineux , pour pouvoir faire apercevoir toutes les parties differentes de cet objet , comme il se verra mieux dans la suite. Et je ne crois pas que ce mouvement se puisse mieux expliquer, qu'en supposant ceux d'entre les corps lumineux qui sont liquides , comme la flame , & apparemment le soleil , & les étoiles , composez de particules qui nagent dans une matiere beaucoup plus subtile , qui les agite avec une grande rapidité , & les fait frapper contre les particules de l'ether , qui les environnent , & qui sont beaucoup moindres qu'elles. Mais que dans les lumineux solides comme du charbon , ou du metal rougi au feu , ce mesme

mouvement est causé par l'ébranlement violent des particules du metal ou du bois, dont celles qui sont à la surface frappent de mesme la matiere etherée. L'agitation au reste des particules qui engendrent la lumiere doit estre bien plus prompte, & plus rapide que n'est celle des corps qui cause le son, puisque nous ne voyons pas que le fremissement d'un corps qui sonne est capable de faire naitre de la lumiere, de mesme que le mouvement de la main dans l'air n'est pas capable de produire du Son.

Maintenant si l'on examine quelle peut estre cette matiere dans laquelle s'étend le mouvement qui vient des corps lumineux, laquelle j'appelle Etherée, on verra que ce n'est pas la mesme qui sert à la propagation du Son. Car on trouve que celle-cy est proprement cet air que nous sentons, & que nous respirons, lequel estant osté d'un lieu, l'autre matiere qui sert à la lumiere ne laisse pas de s'y trouver. Ce qui se prouve en enfermant un corps sonnante dans un vaisseau de verre, dont on tire en suite l'air par la machine que M^r. Boyle nous a donnée, & avec laquelle il a fait tant de belles experiences. Mais en faisant celle dont je parle, il faut avoir soin de placer le corps sonnante sur du coton, ou sur des plumes, en sorte qu'il ne puisse pas communiquer ses tremblement au vaisseau de verre qui l'enferme, ni à la machine, ce qui avoit jusqu'icy esté negligé. Car alors après avoir vuidé tout l'air, l'on n'entend aucunement le Son du metal quoique frappé.

On void d'icy non seulement que nostre air, qui ne penetre point le verre, est la matiere par laquelle s'étend le Son; mais aussi que ce n'est point ce mesme air, mais une autre matiere dans laquelle s'étend la lumiere; puisque l'air estant osté de ce vaisseau, la lumiere ne laisse pas de le traverser comme auparavant.

Et ce dernier point se demontre encore plus clairement par la

la celebre experience de Torricelli; où le tuyau de verre, d'où le vif argent s'est retiré, restant tout vuide d'air, transmet la lumiere de mesme que quand il y a de l'air: car cela prouve qu'une matiere differente de l'air se trouve dans ce tuyau, & que cette matiere doit avoir percé le verre, ou le vif argent, ou l'un & l'autre, qui sont tous deux impenetrables à l'air. Et lorsque dans la mesme experience l'on fait le vuide en mettant un peu d'eau par dessus le vif argent, l'on en conclud pareillement que ladite matiere passe à travers le verre, ou l'eau, ou à travers tous les deux.

Quant aux differentes manieres dont j'ay dit que se communiquent successivement les mouvemens du Son, & de la lumiere, on peut assez comprendre comment cecy se passe en ce qui est du Son, quand on considere que l'air est de telle nature qu'il peut estre comprimé, & réduit à un espace beaucoup moindre qu'il n'occupe d'ordinaire; & qu'à mesure qu'il est comprimé il fait effort à se remettre au large: car cela joint à sa penetrabilité, qui luy demeure non obstant sa compression, semble prouver qu'il est fait de petits corps qui nagent & qui sont agitez fort viste dans la matiere etherée, composée de parties bien plus petites. De sorte que la cause de l'extension des ondes du Son, c'est l'effort que font ces petits corps, qui s'entrechoquent, à se remettre au large, lorsqu'ils sont un peu plus serrez dans le circuit de ces ondes qu'ailleurs.

Mais l'extreme vitesse de la lumiere, & d'autres proprietéz qu'elle a, ne scauroient admettre une telle propagation de mouvement, & je vais monstrier icy de quelle maniere je conçois qu'elle doit estre. Il faut expliquer pour cela la proprieté que gardent les corps durs à transmettre le mouvement les uns aux autres.

Lorsqu'on prend un nombre de boules d'égale grosseur, faites de quelque matiere fort dure, & qu'on les range en ligne droi-

droite, en sorte qu'elles se touchent; l'on trouve, en frappant avec une boule pareille contre la premiere de ces boules, que le mouvement passe comme dans un instant jusqu'à la dernière, qui se separe de la rangée, sans qu'on s'apperçoive que les autres se soient remuées. Et mesme celle qui a frappé demeure immobile avec elles. Oú l'on voit un passage de mouvement d'une extreme vitesse & qui est d'autant plus grande que la matiere des boules est d'une plus grande dureté.

Mais il est encore constant que ce progres de mouvement n'est pas momentanée, mais successif & qu'ainsi il y faut du temps. Car si le mouvement ou, si l'on veut, l'inclination au mouvement ne passoit pas successivement par toutes ces boules, elles l'acquerroient toutes en mesme temps, & partant elles avanceroient toutes ensemble; ce qui n'arrive point: mais la dernière quitte toute la rangée, & acquiert la vitesse de celle qu'on a poussée. Outre qu'il y a des experiences qui font voir que tous ces corps que nous comptons au rang des plus durs, comme l'acier trempé, le verre, & l'Agathe, font ressort, & plient en quelque façon, non seulement quand ils sont étendus en verges, mais aussi quand ils sont en forme de boules ou autrement. C'est à dire qu'ils rentrent quelque peu en eux mesmes à l'endroit où ils sont frappés, & qu'ils se remettent aussi tost dans leur premiere figure. Car j'ay trouvé qu'en frappant avec une boule de verre, ou d'Agathe, contre un gros morceau & bien epais de mesme matiere, qui avoit la surface platte & tant soit peu ternie avec l'haleine ou autrement, il y restoit des marques rondes, plus ou moins grandes, selon que le coup avoit esté fort ou foible. Ce qui fait voir que ces matieres obeissent à leur rencontre, & se restituent; à quoy il faut qu'elles emploient du temps.

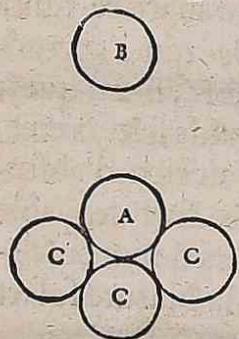
Or, pour appliquer cette sorte de mouvement à celuy qui produit la lumiere, rien n'empêche que nous n'estimions les particules

ticules de l'ether estre d'une matiere si approchante de la dureté parfaite & d'un ressort si prompt que nous voulons. Il n'est pas necessaire pour cela d'examiner icy la cause de cette dureté, ny de celle du ressort, dont la consideration nous meneroit trop loin de nostre sujet. Je diray pourtant en passant qu'on peut concevoir que ces particules de l'ether, non obstant leur petitesse, sont encore composées d'autres parties, & que leur ressort consiste dans le mouvement tres-rapide d'une matiere subtile, qui les traverse de tous costez, & contraint leur tissu à se disposer en sorte, qu'il donne un passage à cette matiere fluide le plus ouvert, & le plus facile qui se puisse. Ce qui s'accorde avec la raison que M^r. Des Cartes donne du ressort, sinon que je ne suppose pas des pores en forme de canaux ronds, & creux, comme luy. Et il ne faut pas s'imaginer qu'il y ait rien d'absurde en cecy ny d'impossible; estant au contraire fort croyable que c'est ce progres infini de différentes grosseurs de corpuscules, & les differens degrez de leur vitesse, dont la Nature se sert à operer tant de merveilleux effets.

Mais quand nous ignorerions la vraye cause du ressort, nous voyons tousjours qu'il y a beaucoup de corps qui ont cette propriété; & ainsi il n'y a rien d'étrange de la supposer aussi dans des petits corps invisibles comme ceux de l'Ether. Que si l'on veut chercher quelque autre maniere dont le mouvement de la lumiere se communique successivement, on n'en trouvera point qui convienne mieux que le ressort avec la progression égale, qui semble estre necessaire; parce que si ce mouvement se ralentissoit à mesure qu'il se partage entre plus de matiere, en s'éloignant de la source de la lumiere, elle ne pourroit pas conserver cette grande vitesse dans de grandes distances. Mais en supposant le ressort dans la matiere etherée, ses particules auront la propriété de se restituer également viste, soit qu'elles soient fortement ou foiblement poussées; & ainsi le progres de la lu-

miere continuera tousjours avec une vifteffe egale.

Et il faut ſçavoir que quoique les particules de l'ether ne ſoient pas rangées ainſi en lignes droites comme dans noſtre rangée de boules, mais confuſement, en ſorte qu'une en touche pluſieurs autres, cela n'empêche pas qu'elles ne transportent leur mouvement, & qu'elles ne l'étendent tousjours en avant. En quoy il y a à remarquer une loy du mouvement qui ſert à cette propagation, & qui ſe verifie par l'experience. C'eſt que quand une boule, comme icy A, en touche pluſieurs autres pareilles C C C, ſi elle eſt frappée par une autre boule B, en ſorte qu'elle faſſe impreſſion ſur toutes les C C C qu'elle touche, elle leur transporte tout ſon mouvement, & demeure apres cela immobile, comme auſſi la boule B. Et ſans ſuppoſer que les particules etherées ſoient de forme ſpherique, (car je ne vois pas d'ailleurs qu'il ſoit beſoin de les ſuppoſer telles) l'on comprend bien que cette propriété de l'impulſion ne laiſſe pas de contribuer à la dite propagation de mouvement.



L'Egalité de grandeur ſemble y eſtre plus neceſſaire, parce qu'autrement il doit y avoir quelque reflexion de mouvement en arriere quand il paſſe d'une moindre particule à une plus grande, ſuivant les Regles de la Percuſſion que j'ay publiées il y a quelques années.

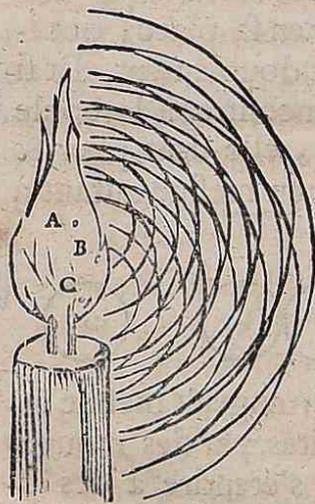
Cependant l'on verra cy après que nous n'avons pas tant beſoin de ſuppoſer cette egalité pour la propagation de la lumiere, que pour la rendre plus aiſée & plus forte; n'eſtant pas auſſi hors d'apparence que les particules de l'ether ayent eſté faites egales pour un ſi conſiderable effet que celui de la lumiere, du moins dans cette vaſte étendue qui eſt au de là de la region des vapeurs, qui ne ſemble ſervir qu'à trans-

mettre

mettre la lumiere du Soleil & des Aſtres.

J'ay donc montré de quelle façon l'on peut concevoir que la lumiere ſ'étend ſucceſſivement par des ondes ſpheriques, & comment il eſt poſſible que cette extension ſe faſſe avec une auſſi grande viteſſe, que les experiences, & les observations celeftes la demandent. Ou il faut encore remarquer que quoique les parties de l'ether ſoient ſuppoſées dans un continuel mouvement, (car il y a bien des raiſons pour cela) la propagation ſucceſſive des ondes n'en ſçauroit eſtre empêchée, parce qu'elle ne conſiſte point dans le transport de ces parties, mais ſeulement dans un petit ebranlement, qu'elles ne peuvent ſ'empêcher de communiquer à celles qui les environnent, non obſtant tout le mouvement qui les agite & fait changer de place entr'elles.

Mais il faut conſiderer encore plus particulièrement l'origine



de ces ondes, & la maniere dont elles ſ'étendent. Et premierement il ſ'enſuit de ce qui à eſté dit de la production de la lumiere, que chaque petit endroit d'un corps lumineux, comme le Soleil, une chandelle, ou un charbon ardent, engendre ſes ondes, dont cet endroit eſt le centre. Ainſi dans la flame d'une chandelle, eſtans diſtinguez les points A, B, C, les cercles concentriques, decrits autour de chacun de ces points, representent les ondes qui en proviennent. Et il en faut concevoir de même autour de chaque point de la ſurface, & d'une partie du dedans de cette flame.

Mais comme les percussions au centre de ces ondes n'ont point de fuite reglée, auſſi ne faut il pas ſ'imaginer que les ondes mêmes ſ'entresuivent par des diſtances égales: & ſi ces diſtances paroiffent telles dans cette figure, c'eſt plutot pour mar-

marquer le progrez d'une mesme onde en des temps egaux, que pour en représenter plusieurs venues d'un mesme centre.

Il ne faut pas au reste que cette prodigieuse quantité d'ondes, qui se traversent sans confusion, ny sans s'effacer les unes les autres, semble inconcevable; estant certain qu'une mesme particule de matiere peut servir à plusieurs ondes, venant de divers costez, ou mesme de costez contraires; non seulement si elle est poussée par des coups qui s'entre-suivent prez à prez, mais mesme par ceux qui agissent sur elle en mesme instant; & cela à cause du mouvement qui s'étend successivement. Ce qui se peut prouver par la rangée de boules égales, de matiere dure, dont il a esté parlé cy dessus; contre laquelle si l'on pousse en mesme temps des deux costez opposez des boules pareilles A & D, l'on verra rejaillir chacune avec la mesme vitesse qu'elle avoit en allant, & toute la rangée demeurer en sa place; quoique le mouvement ait passé tout du long, & doublement. Et si ces mouvemens contraires viennent à se rencontrer à la boule du milieu B, ou à quelqu'autre comme C, elle doit plier & faire ressort des deux costez, & ainsi servir en mesme instant à transmettre ces deux mouvemens.

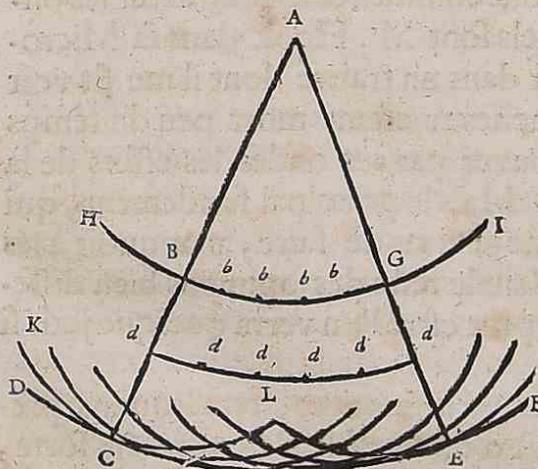


Mais ce qui peut d'abord paroître fort étrange & mesme incroyable, c'est que des ondulations produites par des mouvemens & des corpuscules si petits, puissent s'étendre à des distances si immenses, comme par exemple depuis le soleil, ou depuis les étoiles jusqu'à nous. Car la force de ces ondes doit s'affoiblir à mesure qu'elles s'écartent de leur origine, de sorte que l'action de chacune en particulier deviendra sans doute incapable de se faire sentir à nostre veüe. Mais on cessera de s'étonner en considérant que dans une grande distance du

du corps lumineux une infinité d'ondes, quoique issues de points differens de ce corps, s'unissent en forte que sensiblement elles ne composent qu'une onde seule, qui par consequent doit avoir assez de force pour se faire sentir. Ainsi ce nombre infini d'ondes qui naissent en mesme instant de tous les points d'une étoile fixe, grande peut estre comme le Soleil, ne font sensiblement qu'une seule onde, laquelle peut bien avoir assez de force pour faire impression sur nos yeux. Outre que de chaque point lumineux il peut venir plusieurs milliers d'ondes dans le moindre temps imaginable, par la frequente percussion des corpuscules, qui frappent l'Ether en ces points; ce qui contribue encore à rendre leur action plus sensible.

Il y a encore à considerer dans l'émanation de ces ondes, que chaque particule de la matiere, dans laquelle une onde s'étend, ne doit pas communiquer son mouvement seulement à la particule prochaine, qui est dans la ligne droite tirée du point lumineux; mais qu'elle en donne aussi necessairement à toutes les autres qui la touchent, & qui s'opposent à son mouvement.

De sorte qu'il faut qu'autour de chaque particule il se fasse une onde dont cette particule soit le centre. Ainsi si DCF est une onde emanée du point lumineux A, qui est son centre; la particule B, une de celles qui sont comprises dans la sphere DCF, aura fait son onde particuliere KCL, qui touchera l'onde DCF en C, au mesme moment que l'onde principale, emanée du point A, est parvenue



du

nuë en $DC F$; & il est clair qu'il n'y aura que l'endroit C de l'onde $K C L$ qui touchera l'onde $DC F$, sçavoir celui qui est dans la droite menée par $A B$. De mesme les autres particules comprises dans la sphere $DC F$, comme bb, dd &c. auront fait chacune son onde. Mais chacune de ces ondes ne peut estre qu'infiniment foible comparé à l'onde $DC F$, à la composition de laquelle toutes les autres contribuent par la partie de leur surface qui est la plus éloignée du centre A .

L'on voit de plus que l'onde $DC F$ est determiné par l'extrémité du mouvement, qui est sorti du point A en certain espace de temps; n'y ayant point de mouvement au de là de cette onde, quoy qu'il y en ait bien dans l'espace qu'elle enferme, sçavoir dans les parties des ondes particulieres, lesquelles parties ne touchent point la sphere $DC F$. Et tout cecy ne doit pas sembler estre recherché avec trop de soin, ni de subtilité; puisque l'on verra dans la suite, que toutes les proprietés de la lumiere, & tout ce qui appartient à sa reflexion & à sa refraction, s'explique principalement par ce moyen. C'est ce qui n'a point esté connu à ceux qui cy-devant ont commencé à considerer les ondes de lumiere, parmi lesquels sont M^r. Hook dans sa Micrographie, & le P. Pardies. qui dans un traité dont il me fit voir une partie, & qu'il ne pût achever estant mort peu de temps après, avoit entrepris de prouver par ces ondes les effets de la reflexion & de la refraction. Mais le principal fondement, qui consiste dans la remarque que je viens de faire, manquoit à ses demonstrations, & il avoit dans le reste des opinions bien différentes des mienes, comme peut estre l'on verra quelque jour si son écrit s'est conservé.

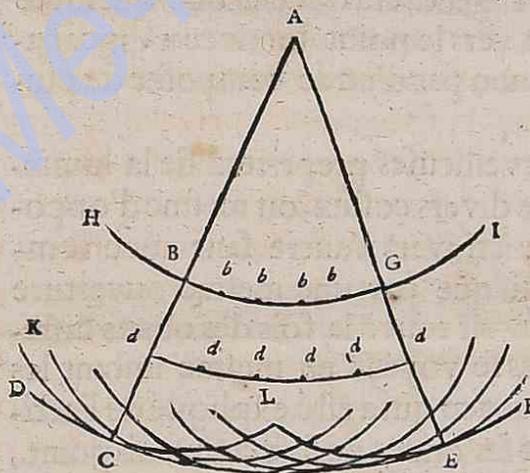
Pour venir aux proprietés de la lumiere; remarquons premierement que chaque partie d'onde doit s'étendre en sorte, que les extremités soient toujours comprises entre les mesmes lignes droites tirées du point lumineux. Ainsi la partie d'onde

B G,

$B G$, ayant le point lumineux A pour centre, s'étendra en l'arc $C E$, terminé par les droites $A B C$, $A G E$. Car bien que les ondes particulieres, produites par les particules que comprend l'espace $C A E$, se repandent aussi hors de cet espace, toutesfois elles ne concourent point en mesme instant, à composer ensemble une onde qui termine le mouvement, que précisément dans la circonference $C E$, qui est leur tangente commune.

Et d'icy l'on voit la raison pourquoy la lumiere, à moins que

ses rayons ne soient réfléchis ou rompus, ne se repand que par des lignes droites, en sorte qu'elle n'éclaire aucun objet que quand le chemin depuis sa source jusqu'à cet objet est ouvert suivant de telles lignes. Car si, par exemple, il y avoit une ouverture $B G$, bornée par des corps opaques $B H$, $G I$; l'onde de lumiere qui sort du point A



fera toujours terminée par les droites $A C$, $A E$, comme il vient d'estre démontré: les parties des ondes particulieres, qui s'étendent hors de l'espace $A C E$, estant trop foibles pour y produire de la lumiere.

Or quelque petite que nous fassions l'ouverture $B G$, la raison est toujours la mesme pour y faire passer la lumiere entre des lignes droites; parce que cette ouverture est toujours assez grande pour contenir un grand nombre de particules de la matiere etherée, qui sont d'une petitesse inconcevable; de sorte qu'il paroît que chaque petite partie d'onde s'avance necessairement suivant la ligne droite qui vient du point luisant. Et

C 2

c'est

c'est ainsi que l'on peut prendre des rayons de lumière comme si c'étoient des lignes droites.

Il paroît au reste, par ce qui a été remarqué touchant la faiblesse des ondes particulières, qu'il n'est pas nécessaire que toutes les particules de l'Ether soient égales entre elles, quoique l'égalité soit plus propre à la propagation du mouvement. Car il est vrai que l'inégalité fera qu'une particule, en poussant une autre plus grande, fasse effort pour reculer avec une partie de son mouvement, mais il ne s'engendrera de cela que quelques ondes particulières en arrière vers le point lumineux, incapables de faire de la lumière : & non pas d'onde composée de plusieurs, comme étoit C E.

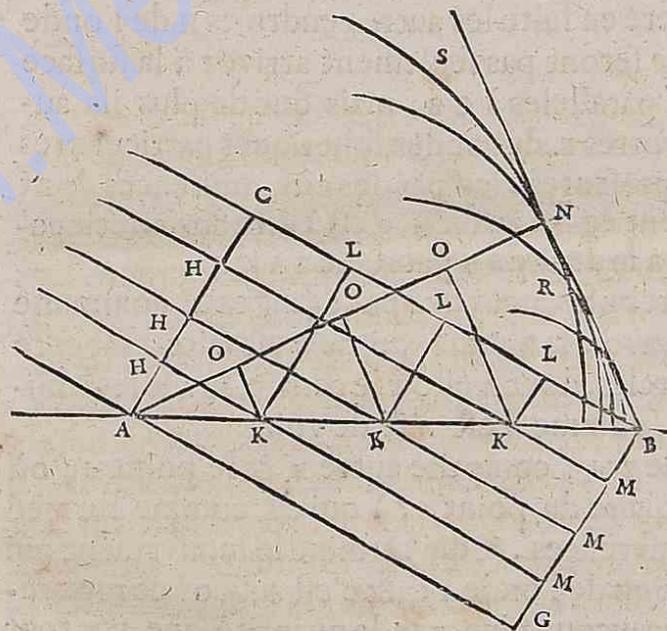
Une autre, & des plus merveilleuses propriétés de la lumière est que, quand il en vient de divers costez, ou mesme d'opposez, elles font leur effet l'une à travers l'autre sans aucun empêchement. D'où vient aussi que par une mesme ouverture plusieurs spectateurs peuvent voir tout à la fois des objets différens, & que deux personnes se voyent en mesme instant les yeux l'un de l'autre. Or suivant ce qui a été expliqué de l'action de la lumière, & comment ses ondes ne se détruisent point, ny ne s'interrompent les unes les autres quand elles se croisent, ces effets que je viens de dire sont aisez à concevoir. Qui ne le font nullement à mon avis selon l'opinion de Des-Cartes, qui fait consister la lumière dans une pression continuelle, qui ne fait que tendre au mouvement. Car cette pression ne pouvant agir tout à la fois des deux costez opposez, contre des corps qui n'ont aucune inclination à s'approcher; il est impossible de comprendre ce que je viens de dire de deux personnes qui se voyent les yeux mutuellement, ni comment deux flambeaux se puissent éclairer l'un l'autre.

CHA-

CHAPITRE II. DE LA REFLEXION.

Ayant expliqué les effets des ondes de lumière, qui s'étendent dans une matière homogène, nous examinerons ensuite ce qui leur arrive en rencontrant d'autres corps. Nous ferons voir premièrement comment par ces mesmes ondes s'explique la Reflexion de la lumière, & pourquoy elle garde l'égalité des angles. Soit une surface plane & polie, de quelque métal,

verre ou autre corps, A B, que d'abord je considéreray comme parfaitement unie (me réservant à parler des inégalitez, dont elle ne peut être exempte, à la fin de cette démonstration) & qu'une ligne A C, inclinée sur A B, représente une partie d'une onde de lumière, dont le centre soit si loin



que cette partie A C puisse être considérée comme une ligne droite; parce que je considère tout ceci comme dans un seul plan, m'imaginant que le plan, ou est cette figure, coupe la sphère de l'onde par son centre, & le plan A B à angles droits; ce qu'il suffit d'avertir une fois pour toutes.

C 3

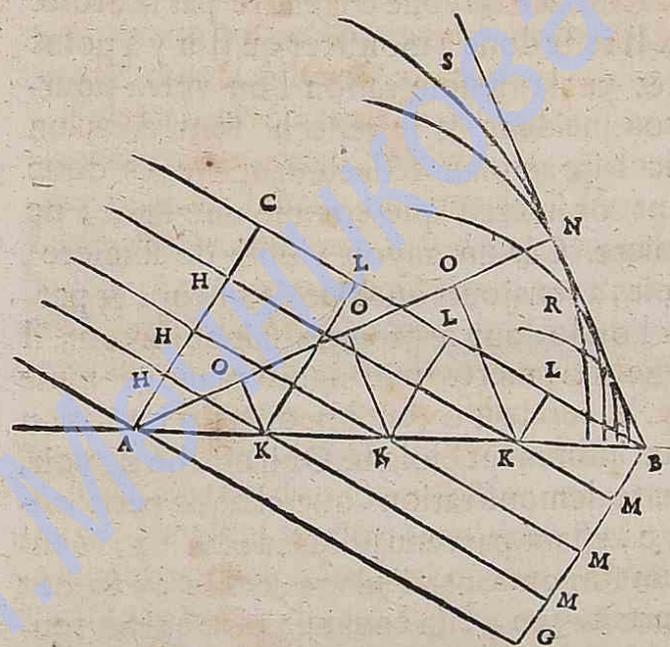
L'en-

L'endroit c de l'onde ac , dans un certain espace de temps, fera avancé jusqu'au plan ab en b , suivant la droite cb , que l'on doit s'imaginer venir du centre lumineux, & qui par conséquent est perpendiculaire à ac . Or dans ce mesme espace de temps, l'endroit a de la mesme onde, qui a esté empêché de communiquer son mouvement par de là le plan ab , ou du moins en partie, doit avoir continué son mouvement dans la matiere qui est au dessus de ce plan, & cela dans une étendue égale à cb ; faisant son onde spherique particuliere, suivant ce qui a esté dit cy-dessus. Laquelle onde est icy representée par la circonference snr , dont le centre est a , & le demidiametre an égal à cb .

Que si l'on considere en suite les autres endroits h de l'onde ac , il paroît qu'ils ne seront pas seulement arrivez à la surface ab par les droites hk paralleles à cb , mais que de plus ils auront engendré, des centres k , des ondes spheriques particulieres dans le diaphane, representées icy par des circonférences dont les demidiametres sont égaux aux km , c'est à dire aux continuations des hk jusques à la droite bc parallele à ac .

Mais toutes ces circonférences ont pour tangente commune la ligne droite bn , sçavoir la mesme qui de b est faite tangente du premier de ces cercles, dont a estoit le centre, & an le demidiametre égal à bc , comme il est aisé de voir.

C'est donc la ligne bn (comprise entre b & le point n , où tombe la perpendiculaire du point a ,) qui est comme formée par toutes ces circonférences, & qui termine le mouvement qui s'est fait par la reflexion de l'onde ac ; & c'est aussi où ce mouvement se trouve en beaucoup plus grande quantité que par tout ailleurs. C'est pourquoy, selon ce qui a esté expliqué, bn est la propagation de l'onde ac dans le moment que son endroit c est arrivé en b . Car il n'y a point d'autre ligne qui comme bn soit tangente commune de tous lesdits cercles, si ce n'est bc , au dessous du plan ab ; laquelle bc seroit la propagation de l'onde si
le



le mouvement s'estoit pû étendre dans une matiere homogene à celle qui est au dessus du plan. Que si l'on veut voir comment l'onde ac est venue successivement en bn , l'on n'a qu'à tirer dans la mesme figure les droites ko paralleles à bn , & les droites kl paralleles à ac . Ainsi l'on verra

quel'onde ac de droite est devenue brisée dans toutes les okl successivement, & qu'elle est redevenue droite en nb .

Or il paroît d'icy que l'angle de reflexion se fait égal à l'angle d'incidence. Car les triangles acb , bna estant rectangles, & ayant le costé ab commun, & le costé cb égal à na , il s'ensuit que les angles oppozés à ces costez seront égaux, & partant aussi les angles cba , nab . Mais comme cb , perpendiculaire à ca , marque la direction du rayon incident, ainsi an , perpendiculaire à l'onde bn , marque la direction du rayon réfléchi; donc ces rayons sont également inclinez sur le plan ab .

Mais en considerant la demonstration precedente, l'on pourroit dire qu'il est bien vray que bn est la tangente commune des ondes circulaires dans le plan de cette figure; mais que ces ondes, estant dans la verité spheriques, ont encore une infinité de pareilles tangentes, sçavoir toutes les lignes droites qui du point
B sont

& de reflexion par la ressemblance de ce qui arrive à une balle poussée contre un mur, de laquelle on s'est tousjours servi. Au lieu que dans nostre maniere la chose s'explique sans difficulté. Car la petitesse des particules du vif argent, par exemple, estant telle qu'il en faut concevoir des millions dans la moindre surface visible proposée, arrangées comme un amas de grains de sable, qu'on auroit aplani autant qu'il en est capable; cette surface alors devient égale comme un verre poli à nostre égard; & quoiqu'elle demeure tousjours raboteuse à l'égard des particules de l'Ether, il est evident que les centres de toutes les spheres particulieres de reflexion, dont nous avons parlé, sont à peu près dans un mesme plan uni, & qu'ainsi la commune tangente leur peut convenir assez parfaitement pour ce qu'il faut à la production de la lumiere. Et c'est ce qui seulement est requis, dans nostre maniere de demonstrier, pour faire l'égalité desdits angles, sans que le reste du mouvement reflechi de toutes parts puisse produire aucun effet contraire.

C H A P I T R E III.

D E L A R E F R A C T I O N.

DE mesme que les effets de la Reflexion ont esté expliquez par les ondes de la lumiere reflechies à la surface des corps polis, nous expliquerons la transparence, & les phenomenes de la refraction, par les ondes qui s'étendent au dedans & au travers des corps diaphanes, tant solides, comme le verre, que liquides, comme l'eau les huiles &c. Mais afin qu'il ne paroisse pas estrange de supposer ce passage des ondes au dedans de ces corps, je feray voir auparavant qu'on peut le concevoir possible en plus d'une maniere.

Premierement donc quand la matiere etherée ne penetreroit
aucu-

aucunement les corps transparens, leurs particules mesmes se pourroient communiquer successivement le mouvement des ondes, de mesme que celles de l'Ether; estant supposeés, comme celles cy, de nature à faire ressort. Et cela est aisé à concevoir pour ce qui est de l'eau, & des autres liqueurs transparentes, comme estant composeés de particules detachées. Mais il peut sembler plus difficile à l'égard du verre, & des autres corps transparens & durs; par ce que leur solidité ne semble pas permettre qu'ils puissent recevoir du mouvement que dans toute leur masse à la fois. Ce qui pourtant n'est pas necessaire, parce que cette solidité n'est pas telle qu'elle nous paroît; estant probable que ces corps sont plustost composez de particules, qui ne sont que posées les unes auprès des autres, & retenues ensemble par quelque pression de dehors d'une autre matiere, & par l'irregularité des figures. Car premierement leur rareté paroît par la facilité avec laquelle y passe la matiere des tourbillons de l'aimant, & celle qui cause la pesanteur. De plus l'on ne peut pas dire que ces corps soient d'un tissu semblable à celuy d'une éponge, ou du pain leger, parce que la chaleur du feu les fait couler, & change par là la situation des particules entre elles. Il reste donc que ce soient, comme il a esté dit, des assemblages de particules qui se touchent, sans composer un solide continu. ce qui estant ainsi, le mouvement que ces particules reçoivent, pour continuer les ondes de lumiere, ne faisant que se communiquer des unes aux autres; sans qu'elles sortent pour cela de leur place, ou qu'elles se dérangent entr'elles; il peut fort bien faire son effet sans prejudicier en rien à la solidité du composé qui nous paroît.

Par la pression de dehors, dont j'ay parlé, il ne faut pas entendre celle de l'air, qui ne seroit pas suffisante, mais une autre d'une matiere plus subtile, laquelle pression se manifeste dans cette experience que le hazard m'a fait rencontrer il y a long-

temps ; ſçavoir de l'eau purgée d'air, qui demeure ſuspenduë dans un tuyau de verre ouvert par le bout d'enbas, non-obſtant que l'air ſoit oſté du vaiſſeau où ce tuyau eſt enfermé.

L'on peut donc de cette maniere concevoir la transparence ſans qu'il ſoit beſoin que la matiere etherée, qui fert à la lumiere, y paſſe, ny qu'elle trouve des pores pour s'y inſinuer. Mais la verité eſt que cette matiere non ſeulement y paſſe, mais meſme avec grande facilité, dequoy l'experience de Torricelli, deſſus alleguée, eſt déjà une preuve. Par ce que le vif argent & l'eau, quitant la partie haute du tuyau de verre, il paroît qu'elle eſt remplie auſſi-toſt de la matiere etherée, puis que la lumiere y paſſe. Mais voicy un autre argument qui prouve cette penetrabilité aiſée, non ſeulement dans les corps transparenſ, mais auſſi dans tous les autres.

Lors que la lumiere paſſe à travers d'une ſphere creuſe de verre, fermée de toutes parts, il eſt conſtant qu'elle eſt pleine de la matiere etherée, autant que les eſpaces au dehors de la ſphere. Et cette matiere etherée, comme il a eſté monſtré cy devant, conſiſte en des particules qui ſe touchent prez à prez. Si elle eſtoit donc tellement enfermée dans la ſphere qu'elle ne pût ſortir par les pores du verre, elle ſeroit obligée de ſuivre le mouvement de la ſphere lors qu'on la fait changer de place : & il faudroit par conſequent la meſme force à peu pres pour imprimer une certaine viteſſe à cette ſphere, lors qu'elle ſeroit poſée ſur un plan horizontal, que ſi elle eſtoit pleine d'eau ou peut eſtre de vif argent : parce que tout corps reſiſte à la viteſſe du mouvement, qu'on veut luy donner, ſelon la quantité de la matiere qu'il contient, & qui doit ſuivre ce mouvement. Mais on trouve au contraire que la ſphere ne reſiſte à l'impreſſion du mouvement que ſelon la quantité de la matiere du verre dont elle eſt faite : donc il faut que la matiere etherée, qui eſt dedans, ne ſoit point enfermée, mais qu'elle coule à travers avec tres grande liberté.

Nous

Nous ferons voir cy apres que la meſme penetrabilité ſe conclud auſſi, par ce moyen, en ce qui eſt des corps opaques.

La ſeconde maniere donc d'expliquer la transparence, & qui paroît plus vrai-ſemblable, c'eſt en diſant que les ondes de lumiere ſe continuent dans la matiere etherée, qui occupe continuellement les interſtices, ou pores des corps transparenſ. Car puis qu'elle y paſſe continuellement, & avec facilité, il ſ'enſuit qu'ils ſ'en trouvent tousjours remplis. Et l'on peut meſme demonſtrer que ces interſtices occupent beaucoup plus d'eſpace que les particules coherentes qui conſtituent les corps. Car ſ'il eſt vray ce que nous venons de dire, qu'il faut de la force pour imprimer certaine viteſſe horizontale aux corps, à proportion qu'ils contiennent de la matiere coherente ; & ſi la proportion de cette force ſuit la raiſon des peſanteurs, ce qui ſe confirme par l'experience ; donc la quantité de la matiere conſtituante des corps ſuit auſſi la proportion des peſanteurs. Or nous voyons que l'eau ne peſe que la quatorzieme partie autant qu'une portion egale de vif argent : donc la matiere de l'eau n'occupe pas la quatorzieme partie de l'eſpace que tient ſa maſſe. Meſme elle en doit occuper bien moins, puis que le vif argent eſt moins peſant que l'or ; & que la matiere de l'or eſt fort peu denſe : comme il ſ'enſuit de ce que la matiere des tourbillons de l'aimant, & de celle qui cauſe la peſanteur y paſſent tres librement.

Mais on peut objecter icy que, ſi le corps de l'eau eſt d'une ſi grande rareté, & que ſes particules occupent une ſi petite portion de l'eſpace de ſon étendue apparente, il eſt bien étrange comment elle reſiſte pourtant ſi fort à la Compreſſion, ſans ſe laiſſer condenser par aucune force qu'on ait eſſaié juſqu'icy d'y employer ; conſervant meſme toute ſa liquidité, pendant qu'elle ſouffre cette preſſion.

Ce n'eſt pas icy une petite difficulté. Laquelle pourtant on

D 3

peut

peut refoudre en disant que le mouvement tres violent & rapide de la matiere subtile qui rend l'eau liquide, en ébranlant les particules dont elle est composée, maintient cette liquidité malgré la pression que jusqu'icy on se soit avisé d'y appliquer.

La rareté des corps transparens estant donc telle que nous avons dit, l'on conçoit aisement que les ondes puissent estre continuées dans la matiere etherée qui emplit les interstices des particules. Et de plus l'on peut croire que le progres de ces ondes doit estre un peu plus lent au dedans des corps, à raison des petits detours que causent les mesmes particules. Dans laquelle differente vitesse de la lumiere, je feray voir que consiste la cause de la refraction.

J'indiqueray auparavant la troisieme & derniere maniere dont on peut concevoir la transparence, qui est en supposant que le mouvement des ondes de lumiere se transmet indifferemment & dans les particules de la matiere etherée, qui occupent les interstices des corps, & dans les particules qui les composent, en sorte que ce mouvement passe des unes aux autres. L'on verra cy apres que cette hypothese sert beaucoup à expliquer la refraction double de certains corps diaphanes.

Que si l'on objecte que les particules de l'ether estant plus petites que celles des corps transparens, puis qu'elles passent par leurs intervalles, il s'ensuivroit qu'elles ne leur pourroient communiquer que peu de leur mouvement; l'on peut respondre, que les particules de ces corps sont encore composées d'autres particules plus petites; & qu'ainsi ce seront ces particules secondes qui recevront le mouvement de celles de l'ether.

Au reste, si celles des corps transparens ont leur ressort un peu moins prompt que n'est celui des particules etherées, ce que rien n'empesche de supposer, il s'ensuivra derechef que le progres des ondes de lumiere sera plus lent au dedans de ce corps, qu'elle n'est au dehors dans la matiere etherée.

C'est

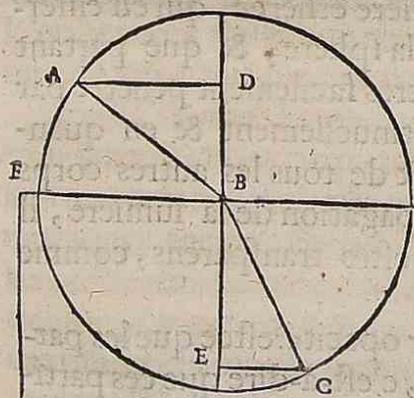
C'est là tout ce qui j'ay trouvé de plus vrai-semblable pour la maniere dont les ondes de la lumiere passent à travers les corps transparens. A quoy il faut encore ajouter en quoy ces corps different de ceux qui sont opaques; & d'autant plus qu'il peut sembler, à cause de la facile penetration des corps par la matiere etherée, dont il a esté parlé, qu'il n'y auroit point de corps qui ne fût transparent. Car par la mesme raison de la sphere creuse, que j'ay employée pour prouver le peu de densité du verre, & sa penetrabilité aisée à la matiere etherée, l'on peut aussi prouver que la mesme penetrabilité convient aux metaux & à toute autre sorte de corps. Car cette sphere estant d'argent par exemple, il est certain qu'elle contient de la matiere etherée qui sert à la lumiere, puisque cette matiere y estoit aussi bien que l'air, lorsqu'on bouchoit l'ouverture de la sphere. Cependant estant fermée, & posée sur un plan horizontal, elle ne resiste au mouvement qu'on luy veut donner que suivant la quantité de l'argent dont elle est faite. de sorte qu'il en faut conclurre, comme dessus, que la matiere etherée, qui est enfermée ne suit point le mouvement de la sphere; & que partant l'argent, aussi bien que le verre, est tres facilement penetré par cette matiere. Il s'en trouve donc continuellement & en quantité entre les particules de l'argent & de tous les autres corps opaques; & puis qu'elle sert à la propagation de la lumiere, il semble que ces corps devroient aussi estre transparens, comme le verre; ce qui pourtant n'est point.

D'où dira-t-on donc que vient leur opacité? est-ce que les particules qui les composent sont molles, c'est-à-dire que ces particules, estant composées d'autres moindres, sont capables de changer de figure en recevant l'impression des particules etherées, des quelles par là elles amortissent le mouvement, & empeschent ainsi la continuation des ondes de lumiere? Cela ne se peut: car si les particules des metaux sont molles, comment est

est ce que l'argent poli, & le mercure reflechissent si fortement la lumiere? Ce que je trouve de plus vrai-semblable en cecy, c'est de dire que les corps des metaux, qui sont presque les seuls veritablement opaques, parmi leurs particules dures en ont de molles entremeslées; de sorte que les unes servent à causer la reflexion, & les autres à empescher la transparence; au lieu que les corps transparenens ne contiennent que des particules dures, qui ont la faculté de faire ressort, & servent ensemble avec celles de la matiere etherée, ainsi qu'il a esté dit, à la propagation des ondes de la lumiere.

Passons maintenant à l'explication des effets de la Refraction; en supposant, comme nous avons fait, le passage des ondes de la lumiere à travers les corps transparenens, & la diminution de vitesse que ces mesmes ondes y souffrent.

La principale propriété de la Refraction est, qu'un rayon de lumiere, comme AB , estant dans l'air, & tombant obliquement sur la surface polie d'un corps transparent comme FG , se rompt

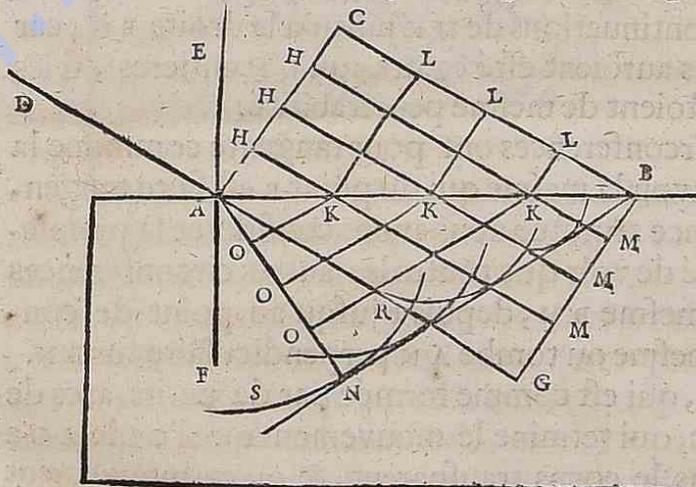


au point d'incidence B , en sorte qu'avec la droite DBE , qui coupe la surface perpendiculairement, il fait un angle CBE moindre que ABD , qu'il faisoit avec la mesme perpendiculaire estant dans l'air. Et la mesure de ces angles se trouve en décrivant un cercle du point B , qui coupe les rayons AB, BC . Car les perpendiculaires AD, CE menées des points d'interfection sur la droite DE , lesquelles on appelle les Sinus des angles ABD, CBE , ont entre elles une certaine raison, qui est tousjours la mesme dans toutes les inclinaisons du rayon incident, pour ce qui est d'un certain corps transparent. Estant dans le verre fort prez

prés comme de 3 à 2, & dans l'eau fort prés comme de 4 à 3; & ainsi differente dans d'autres corps diaphanes.

Une autre propriété, pareille à celle-cy, est que les refractions sont reciproques entre les rayons entrans dans un corps transparent, & ceux qui en sortent. C'est-à-dire que si le rayon AB en entrant dans le corps transparent se rompt en BC , aussi CB , estant pris pour un rayon au dedans de ce corps, se rompra, en sortant, en BA .

Pour expliquer donc les raisons de ces phenomènes suivant nos principes, soit la droite AB , qui represente une surface plane, terminant les corps transparenens qui sont vers C & vers N . Quand je dis plane, cela ne signifie pas d'une egalité parfaite, mais telle qu'elle a esté entendue en traittant de la reflexion, & par la mesme raison. Que la ligne AC represente une partie



d'onde de lumiere, dont le centre soit supposé si loin, que cette partie puisse estre considerée comme une ligne droite. L'endroit c donc, de l'onde AC , dans un certain espace de temps sera a-

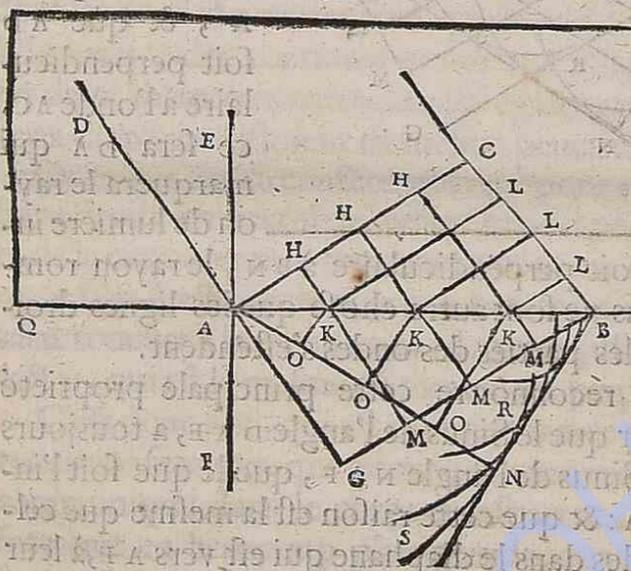
vancé jusqu'au plan AB suivant la droite CB , que l'on doit imaginer qu'elle vient du centre lumineux, & qui par consequent coupera AC à angles droits. Or dans le mesme temps l'endroit A seroit venu en G par la droite AG , egale & parallele à CB ; & toute la partie d'onde AC seroit en GB , si la matiere du corps transparent transmettoit le mouvement de l'onde

E

aussi

un angle droit. Donc le Sinus de l'angle DAE est aussi au Sinus de NAF comme BC à AN . Mais la raison de BC à AN estoit la mesme que celle des vitesses de la lumiere dans la matiere qui est vers AE & dans celle qui est vers AF ; donc aussi le Sinus de l'angle DAE au Sinus de l'angle NAF sera comme lefdites vitesses de la lumiere.

Pour voir ensuite quelle doit estre la refraction, lorsque les ondes de lumiere passent dans un corps, où le mouvement s'étend plus vite que dans celuy d'où ils sortent, (posons derechef selon la raison de 3 à 2) il ne faut que repeter toute la mesme construction & demonstration que nous venons de mettre; en substituant seulement par-tout $\frac{1}{2}$ au lieu de $\frac{2}{3}$. Et l'on trouvera par le mesme raisonnement, dans cette autre figure, que lorsque



l'endroit C de l'onde AC sera parvenu jusqu'à la surface AB en B , toute la partie d'onde AC sera avancée en BN , en sorte que BC perpendiculaire sur AC soit à AN perpendiculaire sur BN comme 2 à 3. Et que cette mesme raison de 2 à 3 sera enfin entre le Sinus de l'angle EAD , & le Sinus de l'angle FAN .

D'icy l'on voit la reciprocation des refractions du rayon entrant & sortant d'un mesme diaphane: sçavoir que si NA tombant sur la surface extérieure AB , se rompt en AD , aussi le rayon DA se rompra, en sortant du diaphane, en AN .

L'on

L'on voit aussi la raison d'un accident notable qui arrive dans cette refraction; qui est que depuis une certaine obliquité du rayon incident DA , il commence à ne point pouvoir pénétrer dans l'autre diaphane. Car si l'angle DAQ ou CBA est tel que dans le triangle ACB , CB soit égale aux $\frac{2}{3}$ de AB , ou plus grande, alors AN ne peut pas faire un costé du triangle ANB parce qu'elle devient égale à AB , ou plus grande: de sorte que la partie d'onde BN ne se trouve nulle part, ni par consequent AN , qui luy devoit estre perpendiculaire. Et ainsi le rayon incident DA ne perce point alors la surface AB .

Quand la raison des vitesses des ondes est de deux à trois, comme dans nostre exemple, qui est celle qui convient au verre & à l'air, l'angle DAQ doit estre plus grand que de 48. deg. 11. min. afin que le rayon DA puisse passer en se rompant. Et quand la raison de ces vitesses est de 3 à 4, comme elle est à fort peu près dans l'eau & l'air, cet angle DAQ doit excéder 41. degrez 24. minutes. Et cela s'accorde parfaitement avec l'expérience.

Mais on pourroit demander icy, puisque la rencontre de l'onde AC contre la surface AB doit produire du mouvement dans la matiere qui est de l'autre costé, pourquoy il n'y passe point de lumiere. A quoy la réponse est aisée si l'on se souvient de ce qui a esté dit cidevant. Car bien qu'il s'engendre une infinité d'ondes particulieres dans la matiere qui est de l'autre costé de AB , il n'arrive point à ces ondes d'avoir une ligne tangente commune (soit droite ou courbe) en un mesme instant; & ainsi il n'y a point de ligne qui termine la propagation de l'onde AC au delà du plan AB , ni où le mouvement soit ramassé en assez grande quantité pour produire de la lumiere. Et l'on verra aisement la verité de cecy, sçavoir que CB estant plus grande que les $\frac{2}{3}$ de AB , les ondes excitées au delà du plan AB n'auront point de commune tangente, si des centres K l'on de-

E 3

crit

crit alors des cercles, ayans les rayons egaux aux $\frac{1}{2}$ des LB qui leur répondent. Car tous ces cercles seront enfermez les uns dans les autres, & passeront tous au dela du point B .

Or il est à remarquer que, dès lors que l'angle DAQ est plus petit qu'il ne faut pour permettre que le rayon DA rompu puisse passer dans l'autre diaphane, l'on trouve que la reflexion interieure, qui se fait à la surface AB , s'augmente de beaucoup en clarté; comme il est assés d'experimenter avec un prisme triangulaire: dequoy l'on peut rendre cette raison par nostre Theorie. Lorsque l'angle DAQ est encore assez grand pour faire que le rayon DA puisse passer, il est manifeste que la lumiere de la partie d'onde AC est ramassée dans une moindre estendue, lorsqu'elle est parvenue en BN . Il paroît aussi que l'onde BN devient d'autant plus petite que l'angle CBA ou DAQ est fait plus petit; jusqu'à ce qu'estant diminué jusqu'à la determination peu auparavant marquée, cette onde BN se ramasse toute comme dans un point. C'est à dire que quand l'endroit C de l'onde AC est alors arrivé en B , l'onde BN , qui est la propagation de AC , est toute reduite au mesme point B ; de mesme que, quand l'endroit H estoit arrivé en K , la partie AH estoit toute reduite au mesme point K . Ce qui fait voir qu'à mesure que l'onde CA est venu rencontrer la surface AB , il s'est trouvé grande quantité de mouvement le long de cette surface; lequel mouvement se doit estre repandu aussi en dedans du corps transparent, & avoir renforcé de beaucoup les ondes particulieres, qui produisent la reflexion interieure contre la surface AB , suivant les loix dela reflexion cy devant expliquées.

Et parce qu'un peu de diminution à l'angle d'incidence DAQ , fait devenir l'onde BN , d'assez grande qu'elle estoit, à rien: (car cet angle estant dans le verre de 49. degrez 11. min. l'angle BAN est encore de 11. degrez 21. min, & le mesme angle DAQ estant diminué d'un degre seulement, l'angle BAN est reduit

duit à rien, & ainsi l'onde BN reduite à un point:) dela vient que la reflexion interieure d'obscure devient subitement claire, dès lors que l'angle d'incidence est tel qu'il ne donne plus passage à la refraction.

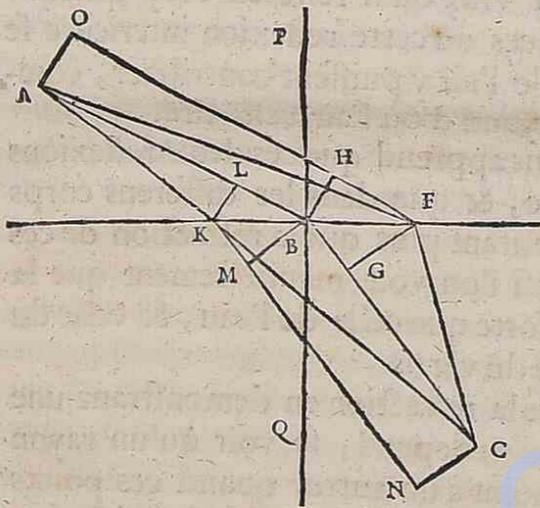
Or pour ce qui est de la reflexion exterieure ordinaire, c'est à dire qui arrive lors que l'angle d'incidence DAQ est encore assez grand pour faire que le rayon rompu puisse penetrer au dela de la superficie AB : cette reflexion se doit faire contre les particules de la matiere qui touche le corps transparent par dehors. Et c'est apparemment contre les particules de l'air & autres, meslées parmy la matiere etherée, & plus grossiere qu'elle. Comme d'autre costé la reflexion exterieure de ces corps se fait contre les particules qui les composent, & qui sont aussi plus grosses que celles de la matiere etherée, puisque celle-cy coule dans leurs intervalles. Il est vray qu'il reste en cecy quelque difficulté dans les experiences où cette reflexion interieure se fait sans que les particules de l'air y puissent contribuer, comme dans des vaisseaux ou tuyaux d'où l'air a esté tiré.

L'experience au reste nous apprend que ces deux reflexions sont à peu pres d'egale force, & que dans les differens corps transparens elles en ont d'autant plus que la refraction de ces corps est plus grande. Ainsi l'on voit manifestement que la reflexion du verre est plus forte que celle de l'eau, & celle du diamant plus forte que celle du verre.

Je finiray cette theorie de la refraction en demonstrent une proposition remarquable qui en depend; sçavoir qu'un rayon de lumiere pour aller d'un point à un autre, quand ces points sont dans des diaphanes differens, se rompt en sorte à la surface plane qui joint ces deux milieux, qu'il employe le moindre temps possible; tout de mesme qu'il arrive dans la reflexion contre une surface plane. M^r. Fermat à proposé le premier cette propriété des refractions, tenant comme nous, & directement

êtement contre l'opinion de Mr. Des Cartes, que la lumière passe plus lentement à travers le verre & l'eau qu'à travers l'air. Mais il supposoit outre cela la proportion constante des Sinus, que nous venons de prouver par ces seuls divers degrez de vitesse: ou bien, ce qui vaut autant, il supposoit outre ces diverses vitesses, que la lumière employoit en ce passage le moindre temps possible, pour en conclurre la proportion constante des Sinus. Sa demonstration, qui se voit dans ses ouvrages imprimez & dans le livre des lettres de Mr. Des Cartes, est fort longue; c'est pourquoy je donne icy cette autre plus simple & plus facile.

Soit la surface plane $K F$; le point A dans le diaphane que la lumière traverse plus facilement, comme l'air; le point C dans un autre plus difficile à pénétrer, comme l'eau; & qu'un



rayon soit venu de A , par B en C , ayant esté rompu en B suivant la loy peu auparavant démontrée; c'est à dire qu'ayant mené $P B Q$, qui coupe le plan à angles droits, le sinus de l'angle $A B P$ au sinus de l'angle $C B Q$ ait la mesme raison que la vitesse de la lumière dans le diaphane, où est A , à sa vitesse où est C . Il faut démonstrer que les temps

du passage de la lumière par $A B$ & $B C$, pris ensemble, sont les plus courts qu'ils peuvent estre. Prenons qu'elle soit venue par d'autres lignes, & premièrement par $A F, F C$, en sorte que le point de refraction F soit plus distant que B du point A , & soit $A O$, perpendiculaire sur

$A B$,

$A B, F O$ perpendiculaire à $A B$; $B H$ perpendiculaire sur $F O$, & $F G$ sur $B C$.

Puisque donc l'angle $H B F$ est égal à $P B A$, & l'angle $B F G$ égal à $Q B C$; il s'ensuit que le sinus de l'angle $H B F$ aura aussi au sinus de $B F G$ la mesme raison que la vitesse de la lumière dans le diaphane A , à sa vitesse dans le diaphane C . Mais ces sinus sont les droites $H F, B G$, en prenant $B F$ pour demi-diamètre d'un cercle. Donc ces lignes, $H F, B G$ ont entre elles ladite raison des vitesses. Et partant le temps de la lumière par $H F$, supposé que le rayon fut $O F$, seroit égal au temps par $B G$ au dedans du diaphane C . Mais le temps par $A B$ est égal au temps par $O H$; donc le temps par $O F$ est égal au temps par $A B, B G$. Derechef le temps par $F C$ est plus long que par $G C$, donc le temps par $O F C$ sera plus long que par $A B C$. Mais $A F$ est plus grande que $O F$, donc le temps par $A F C$ excédera d'autant plus le temps par $A B C$.

Prenons maintenant que le rayon soit venu de A en C par $A K, K C$; le point de refraction $A K$ étant plus près de A que n'est le point B ; & soit $C N$ perpendiculaire sur $B C$, $K N$ perpendiculaire à $B C$; $B M$ perpendiculaire sur $K N$, & $K L$ sur $B A$.

Icy $B L$ & $K M$ sont les sinus des angles $B K L, K B M$, c'est à dire des angles $P B A, Q B C$; & partant elles sont entre elles comme la vitesse de la lumière dans le diaphane A , à la vitesse dans le diaphane C . Donc le temps par $L B$ est égal au temps par $K M$; & puis que le temps par $B C$ est égal au temps par $M N$, le temps par $L B C$ sera égal au temps par $K M N$. Mais le temps par $A K$ est plus long que par $A L$: donc le temps par $A K N$ est plus long que par $A B C$. Et $K C$ étant plus longue que $K N$, le temps par $A K C$ surpassera d'autant plus le temps par $A B C$. Ainsi il paroît que le temps par $A B C$ est le plus court qu'il peut estre: ce qu'il falloit démonstrer.

C H A P I T R E IV.

D E L A R E F R A C T I O N D E L ' A I R .

Nous avons montré comment le mouvement, qui fait la lumière, s'étend par des ondes spheriques dans une matiere homogene. Et il est évident que lorsque la matiere n'est pas homogene, mais de telle constitution que le mouvement s'y communique plus viste vers un costé que vers un autre, ces ondes ne sçauroient estre spheriques, mais qu'elles doivent prendre leur figure suivant les differens espaces que le mouvement successif parcourt en des temps egaux.

C'est par là que nous expliquerons premierement les refractions qui se font dans l'air, qui s'étend d'icy aux nuës & au delà; desquelles refractions les effets sont fort remarquables; car c'est par elles que nous voyons souvent des objets que la rondeur de la Terre nous devoit autrement cacher; comme des Isles & des sommets de montagnes lorsqu'on est sur mer. Par elles aussi le Soleil & la Lune paroissent levez auparavant qu'ils le soient en effet, & couchez plus tard; de sorte qu'on a veu souvent la Lune eclipsée que le Soleil paroissoit encore dessus l'horizon. Et ainsi les hauteurs du Soleil & de la Lune, & celles de toutes les étoiles paroissent tousjours un peu plus grandes, par ces mesmes refractions, qu'elles ne sont dans la verité, comme sçavent les Astronomes. Mais il y a une experience qui rend cette refraction fort visible; qui est qu'en fixant une lunette d'approche en quelqu'endroit, en sorte qu'elle regarde un objet éloigne de demie lieuë ou plus, comme un clocher ou une maison, si on y regarde à des heures differen-

tes

tes du jour, la laissant tousjours attachée de mesme, l'on verra que ce ne seront pas les mesmes endroits de l'objet qui se presenteront au milieu de l'ouverture de la lunette, mais que d'ordinaire le matin & le soir, lorsqu'il y a plus de vapeurs près de la Terre, ces objets semblent monter plus haut, en sorte que la moitié ou d'avantage n'en sera plus visible; & qu'ils baisseront vers le midy quand ces vapeurs seront dissipées.

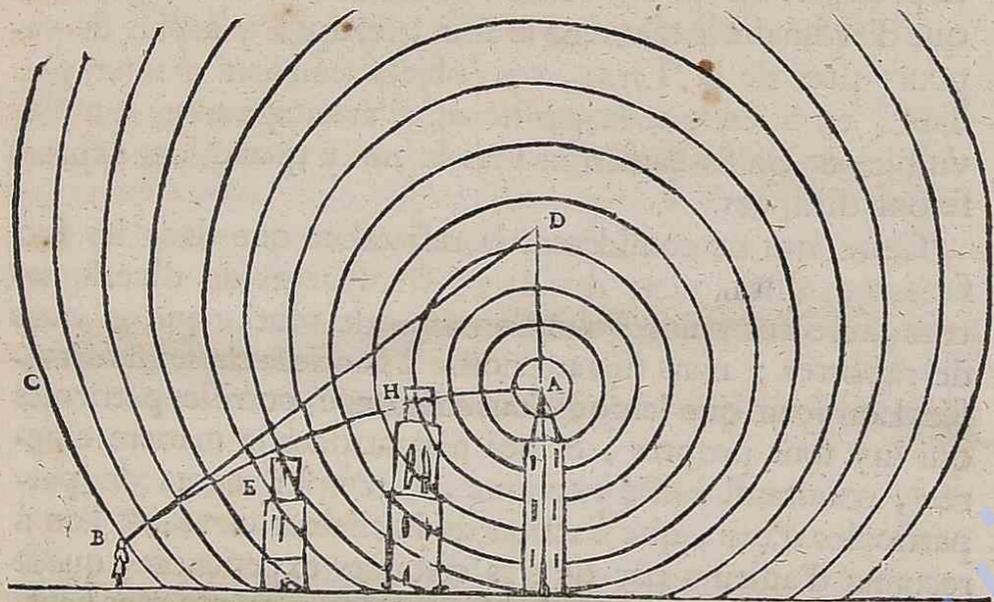
Ceux qui ne considerent la refraction que dans les surfaces qui distinguent des corps transparens de diverse nature, auroient peine à rendre raison de tout ce que je viens de rapporter: mais suivant nostre Theorie la chose est fort aisée. L'on sçait que l'air qui nous environne, outre les particules qui luy sont propres, & qui nagent dans la matiere etherée, comme il a esté expliqué, se remplit encore de particules d'eau, que l'action de la chaleur eleve; & l'on à reconnu d'ailleurs par de tres certaines experiences, que la densité de l'air diminue à mesure qu'on y monte plus haut. Or soit que les particules de l'eau & celles de l'air participent, par le moyen des particules de la matiere etherée, du mouvement qui fait la lumière, mais qu'elles soient d'un ressort moins prompt que celles-cy; ou que la rencontre, & l'embarras que ces parties d'air & d'eau donnent à la propagation du mouvement des particules etherées, en retarde le progres; il s'ensuit que les unes & les autres, volant parmy les particules etherées, doivent rendre l'air, depuis une grande hauteur jusqu'à la Terre, par degrez, moins facile à l'extension des ondes de la lumière.

D'où la figure des ondes doit devenir telle environ que cette figure la represente. Sçavoir si A est une lumière, ou une pointe visible d'un clocher, les ondes qui en naissent doi-

F 2

vent

vent s'étendre plus amplement vers en haut, & moins vers en bas, mais vers les autres endroits plus ou moins selon qu'ils



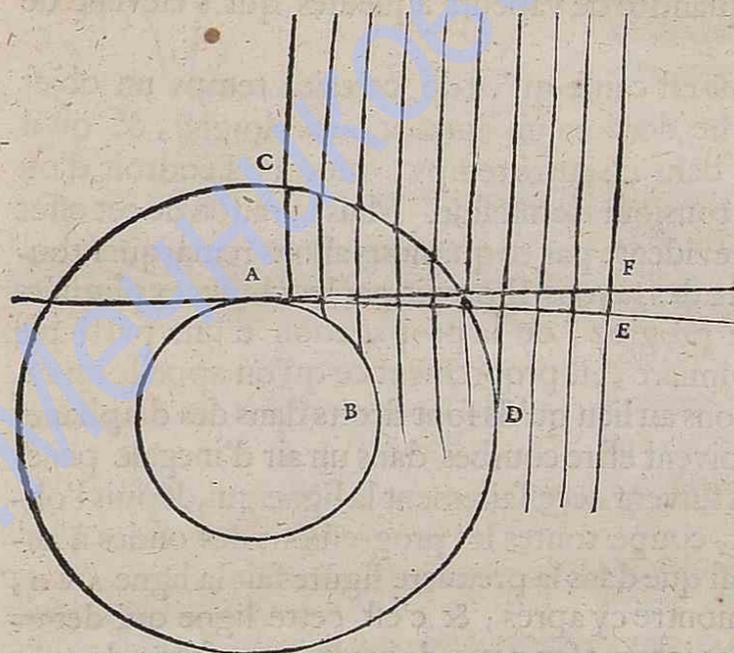
approchent de ces deux extremes. Ce qui estant, il s'en suit necessairement que toute ligne, qui coupe une de ces ondes à angles droits, passe au dessus du point A, si ce n'est la seule qui est perpendiculaire à l'horizon.

Soit BC l'onde qui portela lumiere au spectateur qui est en B, & que BD soit la droite qui coupe cette onde perpendiculairement. Or parce que le rayon ou la ligne droite, par laquelle nous jugeons l'endroit où l'objet nous paroît, n'est autre chose que la perpendiculaire à l'onde qui arrive à nostre oeil, comme l'on peut entendre par ce qui a esté dit cy dessus, il est manifeste que le point A s'apercevra comme estant dans la droite BD, & ainsi plus haut qu'il n'est en effet.

De mesme si la Terre est AB, & l'extremité de l'Atmosphere CD;

CD;

CD; qui vraisemblablement n'est pas une surface spherique



pas atteint l'Atmosphere CD, la droite AE les coupe perpendiculairement: ces memes ondes, entrant dans l'Atmosphere, doivent avancer plus vite aux endroits elevez que dans ceux qui sont plus près de la Terre. De sorte que si CA est l'onde qui porte la lumiere au spectateur en A, son endroit C sera le plus avancé; & la droite AF, qui coupe cette onde à angles droits, & qui determine le lieu apparent du Soleil, passera au dessus du Soleil veritable, qui seroit vû par la ligne AE. Et ainsi il peut arriver que ne devant point estre visible sans vapeurs, parce que la ligne AE rencontre la rondeur de la Terre, il s'apercevra par la refraction dans la ligne AF. Mais cet angle EAF n'est jamais guere plus grand que d'un demi degré, parce que la tenuité des vapeurs n'altere que bien peu les ondes de la lumiere. De plus ces refractions ne sont pas tout à fait constantes en tout temps,

F 3

sur

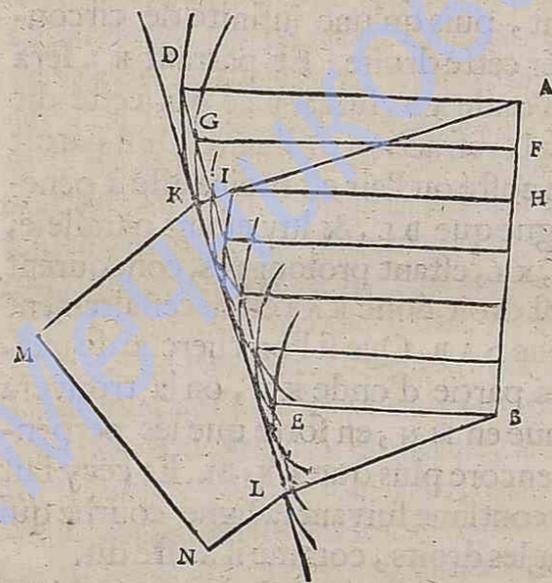
bien terminée, puisque nous scavons que l'air se rarefie à mesure qu'on y monte plus haut, parce qu'il en a d'autant moins au dessus de luy qui le presse; les ondes de la lumiere du soleil venant, par exemple, en sorte que, tant qu'elles n'ont

sur tout dans les petites hauteurs de 2 ou 3 degrez ; ce qui vient de la differente quantité de vapeurs aqueuses qui s'elevent de la Terre.

Et cecy mesme est cause qu'en de certains temps un objet éloigné fera caché derriere un autre moins éloigné, & qu'il pourra estre vû dans un autre temps, quoique l'endroit d'où l'on regarde soit tousjours le mesme. Mais la raison de cet effet sera encore plus evidente par ce que nous allons remarquer touchant la courbure des rayons. Il paroît par les choses expliquées cy dessus que le progrez, ou la propagation d'une particule d'une onde de lumiere, est proprement ce qu'on appelle un rayon. Or ces rayons au lieu qu'ils sont droits dans des diaphanes homogenes, doivent estre courbes dans un air d'inegale penetrabilité. Car ils suivent necessairement la ligne qui, depuis l'objet jusqu'à l'œil, coupe toutes les progressions des ondes à angles droits, ainsi que dans la premiere figure fait la ligne AEB , comme il sera montré cy après ; & c'est cette ligne qui determine quels corps interposez nous doivent empescher de voir l'objet ou non. Car bien que la pointe du clocher A paroisse élevée en D , pourtant elle ne paroît pas à l'œil B si la tour H estoit entre deux, parce qu'elle traverse la courbe AEB . Mais la tour E , qui est au dessous de cette courbe, n'empesche point la pointe A d'estre veüe. Or selon que l'air proche de la Terre excède en densité celuy qui est plus élevé, la courbure du rayon AEB devient plus grande ; de sorte qu'en certains temps il passe au dessus du sommet E , ce qui fait apercevoir la pointe A à l'œil en B ; & en d'autres temps il est interrompu par la mesme tour E , ce qui cache A à ce mesme œil.

Mais pour demonstrier cette courbure des rayons conformement à toute nostre precedente Theorie, imaginons nous que AB soit une parcelle d'onde de lumiere venant du costé C , la quelle nous pouvons considerer comme une ligne droite. Posons
aussi

qu'elle soit perpendiculaire à l'Horizon ; l'endroit B estant plus



proche de la Terre que l'endroit A , & qu'à cause des vapeurs moins embarrassantes en A qu'en B , l'onde particuliere qui procede du point A s'estend par un certain espace AD , pendant que l'onde particuliere qui procede du point B s'estend par un espace moindre BE ; estant AD , BE paralleles à l'Horizon. De plus, supposant des droites FG , HI & C . tirées d'une infinité de

points dans la droite AB , & terminées par la droite (ou qui peut estre considerée comme telle) DE , soient par toutes ces lignes representées les diverses penetrabilités dans les differentes hauteurs de l'air entre A & B ; de sorte que l'onde particuliere, née du point F , s'elargira de l'espace FG , & celle du point H de l'espace HI , pendant que celle du point A s'etend par l'espace AD .

Or si des centres A , B l'on décrit les cercles DK , EL , qui representent l'estendue des ondes qui naissent de ces deux points, & que l'on mene la droite KL qui touche ces deux cercles, il est aisé de voir que cette mesme ligne sera la tangente commune de tous les autres cercles qui ont esté décrits des centres F , H , & C . & que tous les points de contact tomberont dans la partie de cette ligne qui est comprise entre les perpendiculaires AK , BL . Donc ce sera la droite KL qui terminera le mouvement
des

des ondes particulieres nées des points de l'onde AB , & ce mouvement fera plus fort entre les points KL que par tout ailleurs dans le mesme instant, puis qu'une infinité de circonferences concourent à former cette droite. Et partant KL sera la propagation de la partie d'onde AB , suivant ce qui a esté dit en expliquant la reflexion & la refraction ordinaire. Or il paroît que AK , BL baissent vers le costé ou l'air est moins aisé à pénétrer: car AK estant plus longue que BL , & luy estant parallele, il s'ensuit que les lignes AB , KL , estant prolongées, concourent du costé L . Mais l'angle K est droit, donc KAB est necessairement aigu, & partant moindre que DAB . Que si l'on cherche de mesme maniere le progresz de la partie d'onde KL , on la trouvera dans un autre temps parvenue en MN , en sorte que les perpendiculaires KM , LN baissent encore plus que AK , BL . Et cecy fait assez voir que le rayon se continue suivant la ligne courbe qui coupe toutes les ondes à angles droits, comme il a esté dit.

C H A P I T R E V.

DE L'ESTRANGE REFRACTION DU
CRISTAL D'ISLANDE.

I. **L'**on apporte d'Islande, qui est une Isle de la Mer Septentrionale, à la hauteur de 66. degrez, une espece de Cristal, ou pierre transparente, fort remarquable par sa figure, & autres qualitez, mais sur tout par celle de ses estranges refractions. Dont les causes m'ont semblé d'autant plus dignes d'estre curieusement recherchées, que parmy les corps diaphanes celuy cy seul, à l'égard des rayons de la lumiere, ne suit pas les regles ordinaires. J'ay mesme eu quelque necessité de faire cette recherche, parce que les refractions de ce Cristal sembloient renverser nostre explication precedente de la refraction reguliere.

guliere; laquelle, au contraire, l'on verra qu'elles confirment beaucoup, apres estre reduites au mesme principe. C'est dans l'Islande qu'on trouve de gros morceaux de ce Cristal, dont j'en ay veu de 4 ou 5 livres. Mais il en croit aussi en d'autres pays: car j'en ay eu de la mesme espece qu'on avoit trouvé en France près de la ville de Troyes en Champagne, & d'autre qui venoit de l'Isle de Corse, quoique l'un & l'autre moins clair, & seulement en petits morceaux, à peine capables de faire remarquer quelque effet de la refraction.

2. La premiere connoissance, qu'en a eu le public, est deüe à Mr. Erasme Bartholin, qui a donné la description du cristal d'Islande avec celle de ses principaux phenomenes. Mais je ne laisseray pas de donner icy la mienne, tant pour l'instruction de ceux qui n'auront pas vû son livre, que parce que dans quelques uns de ces phenomenes il y a un peu de difference entre ses observations & celles que j'ay faites: m'estant appliqué avec beaucoup d'exactitude à examiner ces proprietés de la refraction, afin d'en estre bien seur devant que d'entreprendre d'en éclaircir les causes.

3. Si l'on regarde à la dureté de cette pierre, & à la qualité qu'elle a de pouvoir estre facilement fenduë, il faut plutôt l'estimer estre une espece de Talc, que non pas du Cristal. Car une pointe de fer l'entame aussi facilement que d'autre Talc, ou que de l'Albâtre, dont il égale la pesanteur.

4. Les morceaux qu'on en trouve sont de la figure d'un parallelepiped oblique; chacune des six faces estant un parallelogramme, & il souffre d'estre fendu selon toutes les trois dimensions, parallelement à deux de ces faces opposées. Mesme tellement, si l'on veut, que toutes les six faces soient des rhombes égaux & semblables. La figure icy ajoutée represente un morceau de ce Cristal. Les angles obtus de tous les parallelogrammes, comme icy les angles C , D , sont de 101 degrez, 52 minutes, &

G

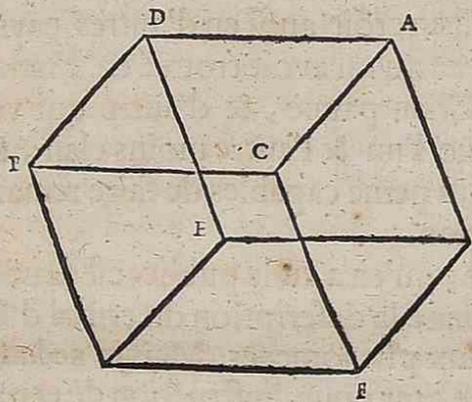
par

par consequent les aigus, comme A & B, de 78 degrez, 8 min.

5. Des angles solides il y en a deux opposez, comme C, E, qui sont chacun composez de trois angles plans obtus & égaux. Les autres six sont composez de deux angles aigus, & d'un obtus. Tout ce que je viens de dire a esté remarqué de mesme par Mr. Bartholin, dans le traité susdit, si ce n'est que nous differons quelque peu dans la quantité des angles. Il rapporte encore quelques autres

proprietez de ce Cristal, sçavoir qu'estant frotté contre du drap, il attire des brins de paille & autres choses legeres, ainsi que font l'ambre, le diamant, le verre & la cire d'Espagne. Qu'un morceau estant couvert d'eau pendant un jour ou d'avantage, sa surface perd son poli naturel. Et que quand on y verse de l'eau forte dessus, elle fait ebullition; sur tout, à ce que j'ay trouvé, si l'on met le Cristal en poudre. J'ay aussi expérimenté qu'on le peut rougir au feu, sans qu'il en soit aucunement alteré, ny rendu moins diaphane; mais qu'un feu fort violent pourtant le calcine. Sa transparence n'est guere moindre que celle de l'eau ou du Cristal de roche, & sans aucune couleur. Mais les rayons de lumiere y passent d'une autre façon, & produisent ces merueilleuses refractions, dont je vay tâcher maintenant d'expliquer les causes; remettant à la fin de ce Traité de dire mes conjectures touchant la formation & la figure extraordinaire de ce Cristal.

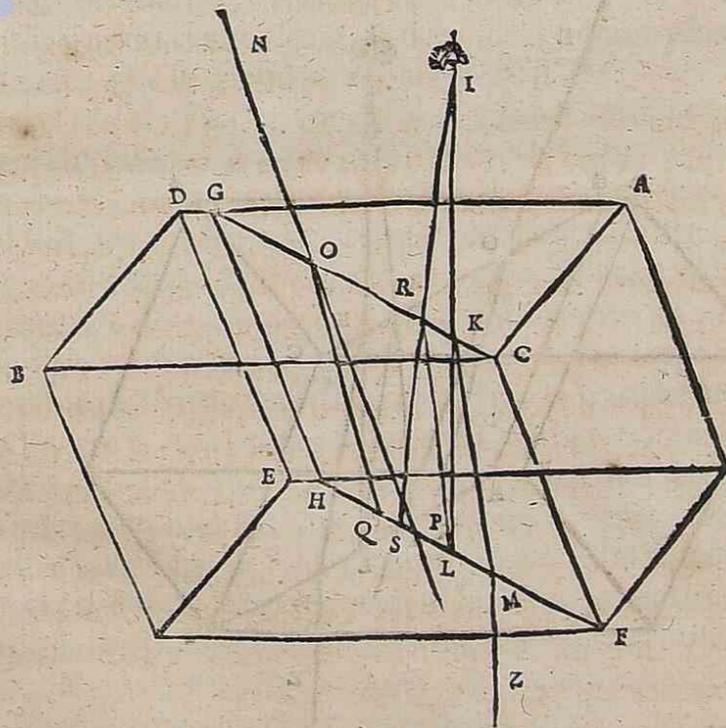
6. Dans tous les autres corps transparens que nous connoissons, il n'y a qu'une seule & simple refraction, mais dans



dans celuy cy il y en a deux differentes. Ce qui fait que les objets que l'on voit à travers, sur tout ceux qui sont appliquez tout contre, paroissent doubles; & qu'un rayon du soleil, tombant sur une de ses surfaces, se partage en deux, & traverse ainsi le Cristal.

7. C'est encore une loy generale dans tous les autres corps transparens, que le rayon, qui tombe perpendiculairement sur leur surface, passe tout droit sans souffrir de refraction; & que le rayon oblique se rompt tousjours. Mais dans ce Cristal le rayon perpendiculaire souffre refraction, & il y a des rayons obliques qui le passent tout droit.

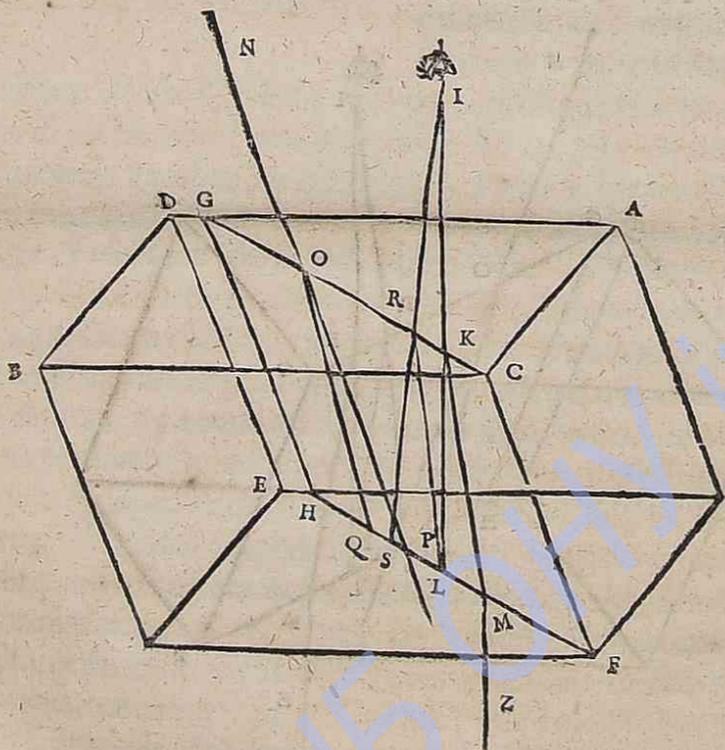
8. Mais pour expliquer plus particulièrement ces phenome-



nes, soit derechef un morceau du mesme Cristal A B F E, & soit

divisé l'angle obtus ACB , l'un des trois qui font l'angle solide équilateral c , en deux parties égales par la droite CG , & que l'on conçoive que le Cristal soit coupé par un plan qui passe par cette ligne & par le costé CF , lequel plan sera nécessairement perpendiculaire à la surface AB , & sa section dans le Cristal fera un parallélogramme $CGFH$. Nous appellerons cette section la section principale du Cristal.

9. Or si l'on couvre la surface AB , en y laissant seulement une petite ouverture au point K , pris dans la droite CG ; & qu'on l'expose au soleil, en sorte que ses rayons donnent dessus perpendiculairement; le rayon IK se divisera au point K en deux, dont l'un continuera d'aller droit par KL , & l'autre s'é-



cartera par la droite KM qui est dans le plan $CGHF$, & qui fait

fait avec KL un angle d'environ 6 degrez, 40 minutes, tendant du costé de l'angle solide c ; & en sortant de l'autre costé du cristal, il se remettra en MZ parallele à IK . Et comme par cette refraction extraordinaire le point M est veu par le rayon rompu MKI , que je suppose aller à l'oeil I ; il faut que le point L , par cette mesme refraction, soit vû par le rayon rompu LRI , en sorte que LR soit comme parallele à MK , si la distance de l'oeil KI est supposee fort grande. Le point L paroît donc comme estant dans la droite IRS ; mais le mesme point par la refraction ordinaire paroît aussi dans la droite IK ; donc il est nécessairement jugé double. Et de mesme si L est un petit trou, dans une feuille de papier ou d'autre matiere qu'on aura appliquée contre le cristal, il paroîtra, en le tournant contre le jour, comme s'il y avoit deux trous; qui seront d'autant plus distans l'un de l'autre que le cristal aura plus d'épaisseur.

10. Derechef si l'on tourne le Cristal en sorte qu'un rayon incident du soleil, NO , que je suppose estre dans le plan continué de $CGFH$, fasse sur CG un angle de 73 degrez & 20 min. & qu'il soit par consequent presque parallele au costé CF , qui fait sur FH un angle de 70 degrez, 57 min. suivant le calcul que je mettray à la fin; il se partagera en deux rayons au point O , desquels l'un continuera par OP en ligne droite avec NO , & sortira de mesme de l'autre costé du cristal sans se rompre aucunement, mais l'autre se rompra & ira par OQ . Et il faut noter qu'il est particulier au plan par CGF , & à ceux qui luy sont paralleles, que tous les rayons incidens qui sont dans un de ces plans, continuent d'y estre après qu'ils sont entrez dans le cristal & devenus doubles; car il en est autrement dans les rayons de tous les autres plans qui coupent le cristal, comme nous ferons voir après.

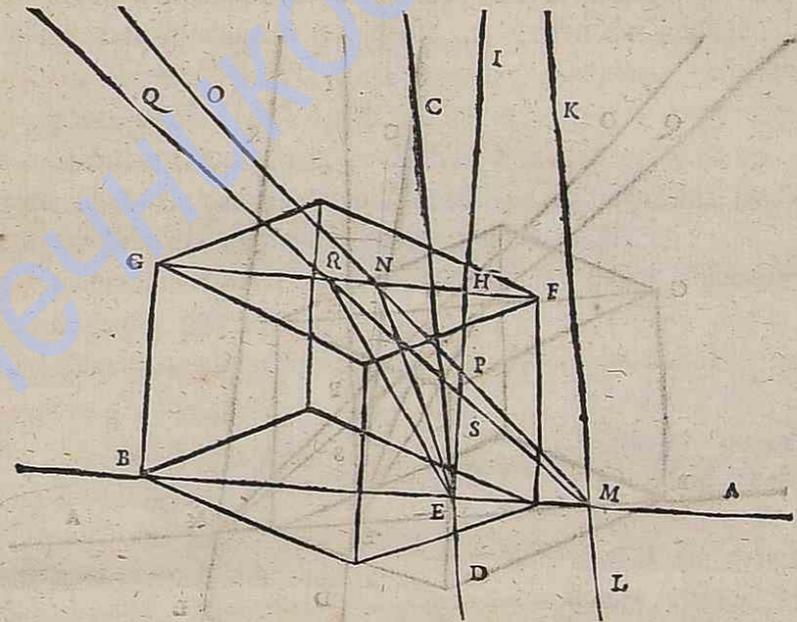
11. J'ay reconnu d'abord par ces experiences & par quelques autres, que des deux refractions differentes que le rayon souffre dans ce cristal, il y en a une qui suit les regles ordi-

naires; & que c'est elle à qui appartiennent les rayons KL , & oq . C'est pourquoy j'ay distingué cette refraction ordinaire d'avec l'autre, & l'ayant mesurée par des observations exactes, j'ay trouvé que sa proportion, considérée dans les Sinus des angles que fait le rayon incident & rompu avec la perpendiculaire, estoit assez précisément celle de 5 à 3, comme elle a aussi esté trouvée par Mr. Bartholin; & par consequent bien plus grande que celle du cristal de Roche, ou du verre, qui est à peu près de 3 à 2.

12. La maniere de faire exactement ces observations est telle. Il faut tracer sur un papier, attaché sur une table bien unie, une ligne noire AB , & deux autres qui la coupent à angles droits CED , KML , plus ou moins distantes l'une de l'autre selon qu'on veut examiner un rayon plus ou moins oblique: & poser le cristal sur l'intersection E , en sorte que la ligne AB convienne à celle qui divise également l'angle obtus de la surface d'en bas, ou à quelque ligne parallele. Alors en plaçant l'oeil directement au dessus de la ligne AB , elle ne paroitra que simple, & l'on verra que sa partie veüe à travers le cristal, avec les parties qui paroissent au dehors, se rencontreront en ligne droite; mais la ligne CD paroitra double, & l'on distinguera l'image qui vient de la refraction reguliere, de ce qu'elle paroît plus élevée que l'autre lorsqu'on regarde avec les deux yeux, ou bien de ce qu'en tournant le cristal sur le papier, elle demeure ferme, au lieu que l'autre image remuë & tourne tout autour.

L'on placera ensuite l'oeil en I (demeurant toujours dans le plan perpendiculaire par AB) en sorte qu'il voye l'image de la ligne CD , qui vient de la refraction reguliere, faire une ligne droite avec le reste de cette ligne, qui est dehors le cristal. Et marquant alors sur la surface du cristal le point H , où paroît l'intersection E , ce point sera directement au dessus de E . Puis on retirera l'oeil vers o , toujours dans le plan perpendiculaire
par

par AB , en sorte que l'image de la ligne CD , qui se fait par la refraction ordinaire, paroisse en ligne droite avec la ligne KL

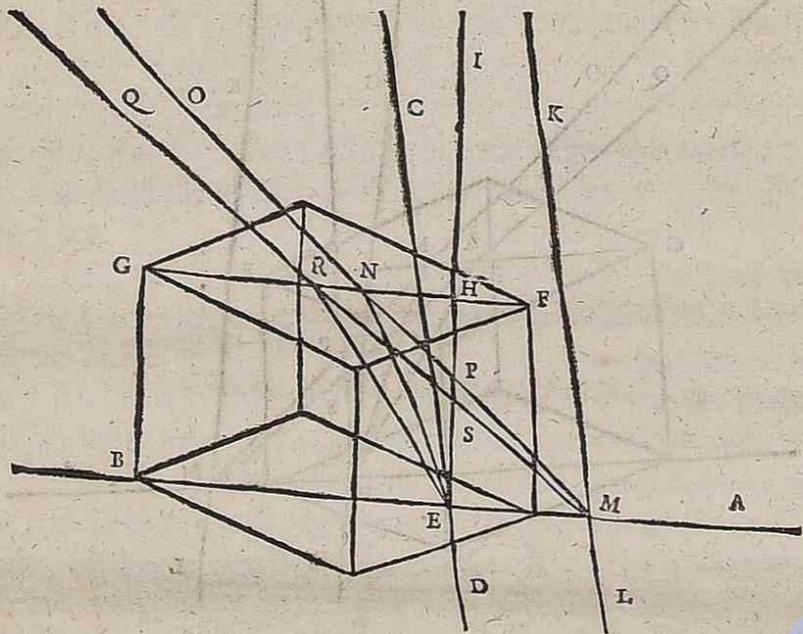


vuë sans refraction; & l'on marquera sur le cristal le point N , où paroît le point d'intersection E .

13. L'on connoitra donc la longueur & la position des lignes NH , EM , & HE qui est l'épaisseur du cristal; lesquelles lignes étant tracées à part sur un plan, & joignant alors NE , & NM qui coupe HE en P , la proportion de la refraction sera celle de EN , à NP , parce que ces lignes sont entre elles comme les sinus des angles NPH , NEP , qui sont égaux à ceux que le rayon incident ON , & sa refraction NE font avec la perpendiculaire à la surface. Cette proportion, comme j'ay dit, est assez précisément comme de 5 à 3, & toujours la mesme dans toutes les inclinaisons du rayon incident.

14. La mesme maniere d'observer m'a aussi servi à examiner
ner

ner la refraction extraordinaire, ou irreguliere de ce cristal. Car le point H estant trouvé, & marqué, comme il à esté dit, directe-



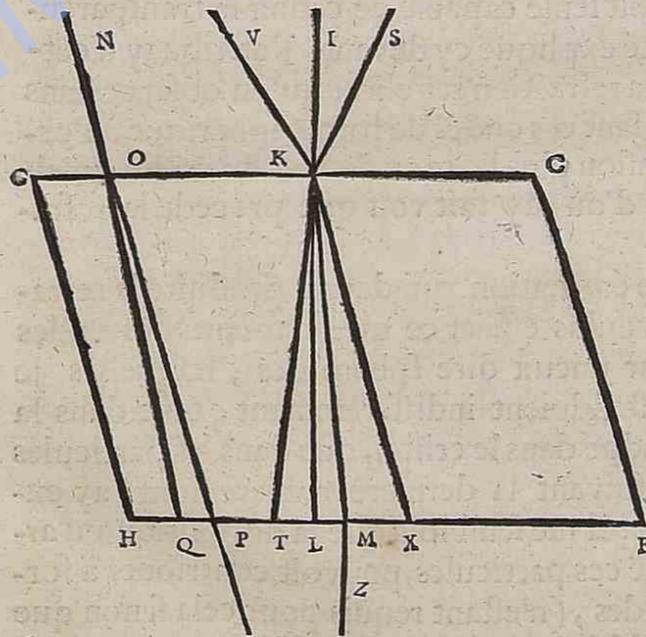
ment au dessus du point E , j'ay regardé l'apparence de la ligne CD , qui se fait par la refraction extraordinaire; & ayant placé l'oeil en Q en sorte, que cette apparence fist une ligne droite avec la ligne KL vuë sans refraction, j'ay connu les triangles REH , RES , & partant les angles RSR , RES , que le rayon incident, & le rompu font avec la perpendiculaire.

15. Mais j'ay trouvé dans cette refraction, que la raison de ER à RS n'estoit pas constante, comme dans la refraction ordinaire; mais qu'elle varioit suivant la differente inclinaison du rayon incident.

16. Je trouvay aussi, que quand QRE faisoit une ligne droite, c'est à dire que le rayon incident entroit dans le cristal sans se rompre (ce que je reconnus de ce que alors le point E , vû par la

la refraction extraordinaire, paroïssoit dans la ligne CD vuë sans refraction) je trouvay dis-je alors que l'angle QRG étoit de 73 degrez, 20 minutes, comme il a esté des-ja remarqué, & qu'ainsi ce n'est pas le rayon parallele au costé du cristal, qui le traverse en droite ligne sans se rompre, comme a crû Mr. Bartholin; puisque son inclinaison n'est que de 70 degrez 57 minutes, comme il a esté dit cy dessus. Ce qui est à noter, afin qu'on ne cherche pas en vain la cause de la propriété singuliere de ce rayon, dans son parallelisme ausdits costez.

17. Enfin continuant mes observations pour découvrir la nature de cette refraction, j'ay appris qu'elle gardoit cette règle remarquable qui s'enfuit. Soit tracé à part le parallelogramme



$GCFH$, fait par la section principale du cristal cy devant déterminée. Je trouvay donc que toujours, quand les inclinaisons de deux rayons qui viennent de costez opposez, comme icy VK , SK , sont égales, leurs refractions KX & KT rencontrent la droite du fond HF en sorte, que les points X & T sont également distans

du point M , où tombe la refraction du rayon perpendiculaire IK ; ce qui a aussi lieu dans les refractions des autres sections de ce cristal. Mais devant que de parler de celles-là, qui ont

H

enco-

encore d'autres proprietéz particulieres, nous rechercherons les causes des phenomenes que j'ay desja raportez.

Ce fut après avoir expliqué la refraction des corps transparens ordinaires, par le moyen des émanations spheriques de la lumiere, ainsi que dessus, que je repris l'examen de la nature de ce Cristal, ou je n'avois rien pu decouvrir auparavant.

18. Comme il y avoit deux refractions differentes, je conclus qu'il y avoit aussi deux differentes émanations d'ondes de lumiere, & que l'une se pouvoit faire dans la matiere étherée repandue dans le corps du cristal. Laquelle matiere estant en beaucoup plus grande quantité que n'est celle des particules qui le composent, estoit seule capable de causer la transparence, suivant ce qui a esté expliqué cy devant. J'attribuay à cette émanation d'ondes la refraction reguliere qu'on observe dans cette pierre; en supposant ces ondes de forme spherique à l'ordinaire, & d'une extension plus lente au dedans du cristal qu'elles ne sont au dehors: d'où j'ay fait voir que procedo la refraction.

19. Quant à l'autre émanation qui devoit produire la refraction irreguliere, je voulus essayer ce que feroient des ondes Elliptiques, ou pour mieux dire spheroides; lesquelles je supposay qu'elles s'estendoient indifferemment, tant dans la matiere étherée repandue dans le cristal, que dans les particules dont il est composé; suivant la dernière maniere dont j'ay expliqué la transparence. Il me sembloit que la disposition, ou arrangement regulier de ces particules, pouvoit contribuer à former les ondes spheroides, (n'estant requis pour cela si non que le mouvement successif de la lumiere s'étendît un peu plus vite en un sens qu'en l'autre,) & je ne doutay presque point qu'il n'y eust dans ce cristal un tel arrangement de particules égales & semblables, à cause de sa figure & de ses angles d'une mesure certai-

certaine & invariable. Touchant lesquelles particules, & leur forme & disposition, je proposeray sur la fin de ce Traité mes conjectures, & quelques experiences qui les confirment.

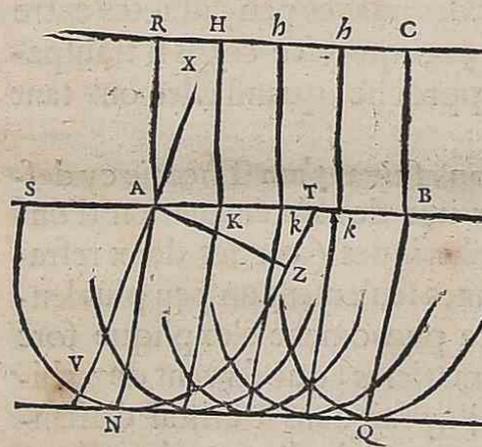
20. La double émanation d'ondes de lumiere, que je m'estois imaginée, me devint plus probable après certain phenomene que j'observay dans le cristal ordinaire qui croit en forme hexagone, & qui, à cause de cette regularité, semble aussi estre composé de particules de certaine figure & rangées avec ordre. C'estoit que ce cristal a une double refraction, aussi bien que celui d'Islande, quoyque moins évidente. Car en ayant fait tailler des Prismes bien polis, par des sections differentes, je remarquay dans tous, en regardant la flame de la chandelle à travers, ou le plomb des vitres qui sont aux fenêtrés, que tout paroissoit double, quoyqu'avec des images peu distantes entre elles. D'où je crompris la raison pourquoy ce corps si transparent est inutile aux Lunettes d'approche, quand elles ont tant soit peu de longueur.

21. Or cette double refraction, suivant ma Theorie cy dessus établie, sembloit demander une double émanation d'ondes de lumiere, toutes deux spheriques (car les deux refractions sont regulieres) & les unes seulement un peu plus lentes que les autres. Car par là ce phenomene s'explique fort naturellement, en supposant les matieres, qui servent de vehicule à ces ondes, de mesme que j'ay fait dans le cristal d'Islande. J'eus donc moins de peine après cela à admettre deux émanations d'ondes dans un mesme corps. Et pour ce que l'on pouvoit m'objecter qu'en composant ces deux cristaux de particules égales de certaine figure, & entassées regulierement, à peine les interstices que ces particules laissent & qui contiennent la matiere étherée, suffiroient pour transmettre les ondes de lumiere que j'y ay placées; j'ostay cette difficulté en considerant ces particules comme estant d'un tissu fort rare, ou bien composées

d'autres particules beaucoup plus petites, entre lesquelles la matiere etherée passe fort librement. Ce qui d'ailleurs s'ensuit necessairement de ce qui a esté démontré cy devant, touchant le peu de matiere dont les corps sont assemblez.

22. Supposant donc ces ondes spheroides outre les spheriques, je commençay à examiner si elles pouvoient servir à expliquer les phenomenes de la refraction irreguliere, & comment par ces phenomenes mesmes je pourrois determiner la figure, & la position des spheroides: en quoy j'obtins à la fin le succès désiré, en procédant comme s'ensuit.

23. Je consideray premierement l'effet des ondes ainsi formées, à l'égard du rayon qui tombe perpendiculairement sur la



surface platte d'un corps transparent, dans lequel elles s'étendroient de cette maniere. Je posay AB pour l'endroit decouvert de la surface. Et puisqu'un rayon perpendiculaire sur un plan, & venant d'une lumiere fort distante, n'est autre chose, par la Theorie precedente, que l'incidence d'une parcelle d'onde parallele à ce plan; je supposay la droite RC , parallele & égale à AB , estre une portion

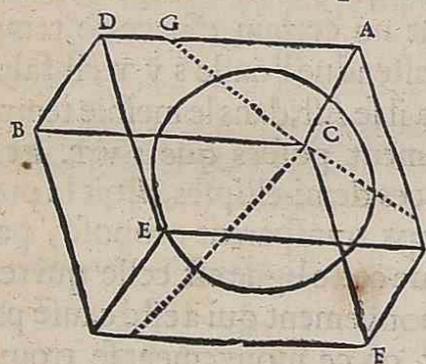
d'onde de lumiere, dont les points infinis $R H h c$ viennent rencontrer la surface AB aux points $A K k B$. Donc au lieu des ondes particulieres hemispheriques, qui dans un corps de refraction ordinaire se devoient étendre de chacun de ces derniers points; ainsi que nous avons expliqué cy dessus en traittant de la refraction, ce devoient estre icy des hemispheroides, desquels je supposay que les axes ou bien les grands diametres estoient obli-

obliques au plan AB , ainsi que l'est AV , $\frac{1}{2}$ axe ou $\frac{1}{2}$ grand diametre du spheroides SVT , qui represente l'onde particuliere venant du point A , apres que l'onde RC est venue en AB . Je dis ou axe ou grand diametre, parce que la mesme ellipse SVT peut estre considerée comme section d'un spheroides dont l'axe est AZ , perpendiculaire à AV . Mais pour le present sans determiner encore l'un ou l'autre, nous considererons ces spheroides seulement dans leurs sections qui sont les ellipses dans le plan de cette figure. Or prenant un certain espace de temps pendant lequel, du point A , s'est estendue l'onde SVT ; il falloit que de tous les autres points $K k B$ il se fist, dans le mesme temps, des ondes pareilles & semblablement posées que SVT . Et la commune tangente NQ de toutes ces demi-ellipses, estoit la propagation de l'onde RC dans le corps transparent proposé, par la Theorie de cy dessus. Parce que cette ligne est celle qui termine, dans un mesme instant, le mouvement qui a esté causé par l'onde RC en tombant sur AB ; & où ce mouvement se trouve en beaucoup plus grande quantité que par tout ailleurs, comme estant faite des arcs infinis d'ellipses, dont les centres sont le long de la ligne AB .

24. Or il paroistoit que cette tangente commune NQ estoit parallele à AB , & de mesme longueur, mais qu'elle ne luy estoit pas opposée directement, puisqu'elle estoit comprise des lignes AN, BQ , qui sont les diametres conjuguez des ellipses qui ont A & B pour centres, à l'égard des diametres qui sont dans la droite AB . Et c'est ainsi que j'ay compris, ce qui m'avoit paru fort difficile, comment un rayon perpendiculaire à une surface pouvoit souffrir refraction en entrant dans le corps transparent; voyant que l'onde RC , estant venue à l'ouverture AB , continuoit de là en avant à s'étendre entre les paralleles AN, BQ demeurant pourtant elle mesme toujours parallele à AB , de sorte qu'icy la lumiere ne s'étend pas par des lignes

perpendiculaires à ses ondes, comme dans la refraction ordinaire, mais ces lignes coupent les ondes obliquement.

25. Cherchant ensuite quelle pouvoit estre la situation, & forme de ces spheroides dans le cristal, je consideray que toutes les six faces produisoient precisement les mesmes refractions. Reprenant donc le parallelepipede $A F B$, dont l'angle solide obtus, compris de trois angles plans égaux, est C ; & y concevant les trois sections principales, dont l'une est perpediculaire à la face $D C$, & passe par le costé $C F$, l'autre perpendiculaire à la face $B F$, passant par le costé $C A$, & la troisieme perpendiculaire à la face $A F$, passant par le costé $B C$; je sçavois que les refractions des rayons incidens, appartenans à ces trois plans, estoient toutes pareilles.

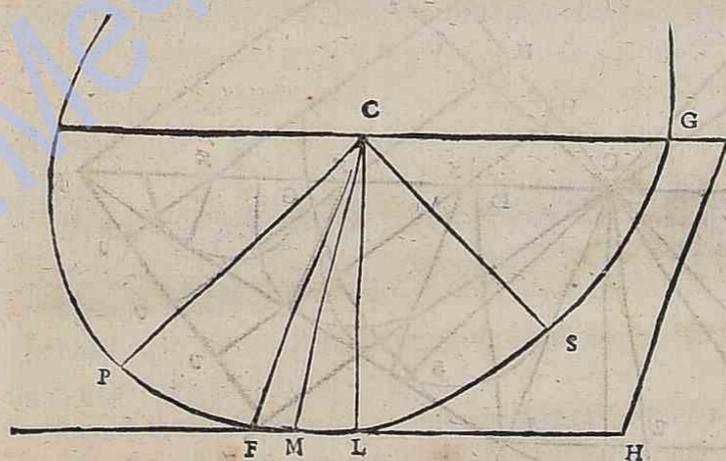


Mais il ne pouvoit y avoir de position de spheroide qui eut un mesme rapport à ces trois sections sinon de celui dont l'axe fût aussi l'axe de l'angle solide C . Partant je vis que l'axe de cet angle, c'est-à-dire la droite qui du point C traversoit le cristal avec inclinaison égale aux costez, $C F$, $C A$, $C B$, estoit la ligne qui determinoit la position des axes de toutes les ondes spheroides qu'on s'imaginait naistre de quelque point, pris au dedans ou à la surface du cristal, puisque tous ces spheroides devoient estre semblables, & avoir leurs axes paralleles entre eux.

26. Considerant apres cela le plan de l'une de ces trois sections, sçavoir de celle par $G C F$, dont l'angle C est de 109 degr. 3 min. puis que l'angle F estoit cy dessus de 70. degr. 57. min. & imaginant une onde spheroide autour du centre C ; je sçavois, parce que je viens d'expliquer, que son axe devoit estre dans ce mesme plan, duquel axe je marquay la moitié par $C S$ dans cette
autre

autre figure, & cherchant par le calcul (qui sera raporté avec les autres à la fin de ce discours) l'angle $G C S$, je le trouvoy de 45 deg. 20 min.

27. Pour connoitre apres cela la forme de ce spheroide, c'est-à-dire la proportion des demidiemetres $C S$, $C P$ de sa section elliptique, qui sont l'un à l'autre perpendiculaires, je consideray que le point M , où l'Ellipse est touchée par la droite $F H$, parallele à $C G$, devoit estre tellement située, que $C M$ avec la per-

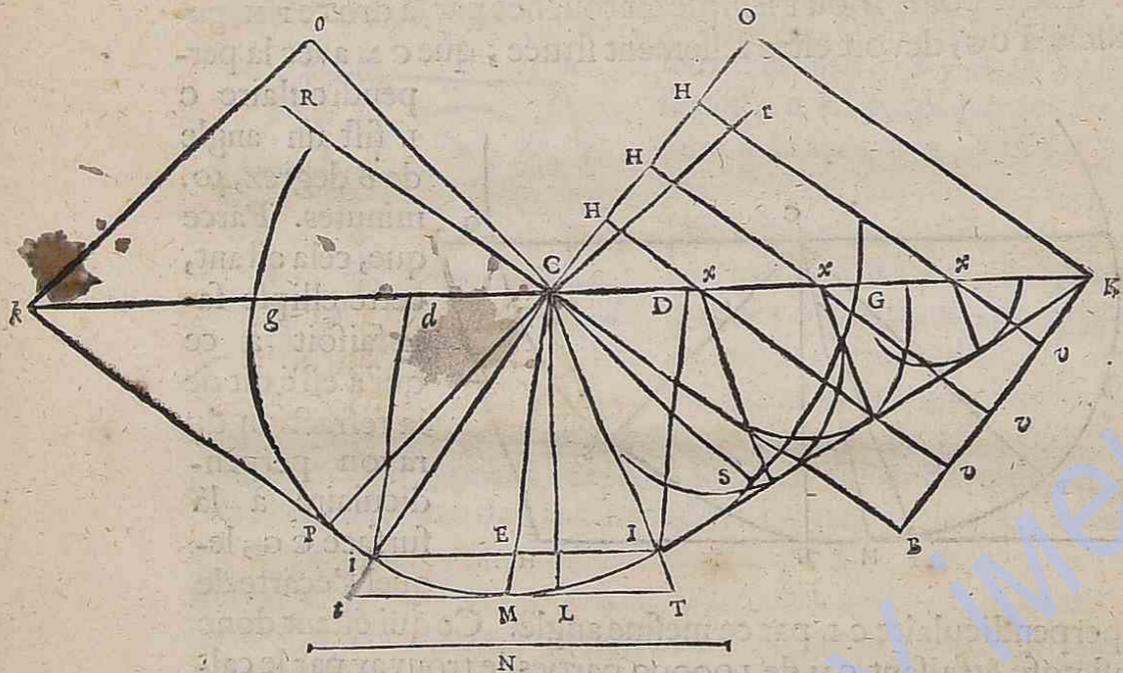


pendiculaire $C L$ fist un angle de 6 degrez, 40. minutes. Parce que, cela estant, cette ellipse satisfaisoit à ce qui a esté dit de la refraction du rayon perpendiculaire à la surface $C G$, lequel s'écarte de

la perpendiculaire $C L$ par ce mesme angle. Ce qui étant donc ainsi posé, & faisant $C M$ de 100000 parties, je trouvoy par le calcul, qui sera mis à la fin, le demi grand diametre $C P$ de 105032, & le demi axe $C S$ de 93410, dont la raison & fort près comme de 9 à 8. de sorte que le spheroide estoit de ceux qui ressemblent à une sphere comprimée, étant produit par la circulation d'une ellipse à l'entour de son petit diametre. Je trouvoy aussi $C G$, demidiemetre parallele à la tangente $M L$, de 98779.

28. Or passant à la recherche des refractions que les rayons incidens obliques devoient faire, suivant l'hypothese de ces ondes spheroides, je vis que ces refractions dependoient de la pro-

proportion de la vitesse qui est entre le mouvement de la lumie-
re hors du cristal dans l'éther, & le mouvement au dedans
du mesme. Car supposant par exemple que cette proportion fût
telle que, pendant que la lumie- re dans le cristal fait le spheroide
GSP, tel que je viens de dire, elle fasse au dehors une sphere dont
le demidiametre soit égal à la ligne N, laquelle sera déterminée



cy apres ; voicy la maniere de trouver la refraction des rayons
incidens. Soit un tel rayon RC, qui tombe sur la surface CK.
Il faut faire CO perpendiculaire à RC, & dans l'angle KCO
ajuster OK, qui soit égale à N, & perpendiculaire à CO; puis me-
ner KI qui touche l'Ellipse GSP, & du point de contact i join-
dre ic, qui sera la refraction requise du rayon RC. Dont on
verra que la demonstration est tout à fait semblable à celle dont
nous nous sommes servis en expliquant la refraction ordinaire.
Car la refraction du rayon RC n'est autre chose que le progrès
de

de l'endroit c de l'onde CO, continuée dans le cristal. Or les en-
droits H de cette onde, pendant le temps que O est venu en K,
seront arrivez à la surface CK par les droites Hx, & auront de
plus produit, dans le cristal, des ondes particulieres hemisphé-
roides des centres x, semblables & semblablement posées avec
l'hemispheroides GSP; & dont les grands & les petits diame-
tres auront mesme raison aux lignes xv (continuations des
Hx jusqu'à KB, parallele à CO) que les diametres du spheroi-
de GSP ont à la ligne CB, ou N. Et il est bien aisé de voir que la
commune tangente de tous ces spheroides, qui sont icy repre-
sentez par des Ellipses, sera la droite IK: qui pour cela sera la
propagation de l'onde CO, & le point i celle du point c, con-
formement à ce qui a esté démontré dans la refraction ordi-
naire.

Pour ce qui est de l'invention du point de contact i,
l'on sçait qu'il faut trouver aux lignes CK, CG la troisieme
proportionnelle CD, & tirer DI parallele à CM, déterminée cy-
devant, qui est le diametre conjugué à CG; car alors, en menant
KI, elle touche l'Ellipse en i.

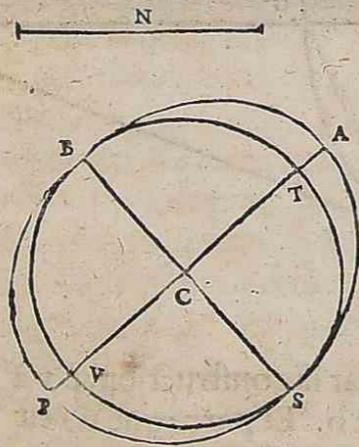
29. Or de mesme que nous avons trouvé ci la refraction du
rayon RC, l'on trouvera aussi ci celle du rayon rc, qui vient
du costé opposé, en faisant CO perpendiculaire à rc, & pour-
suivant le reste de la construction ainsi qu'au paravant.

Où l'on voit que si le rayon rc est également incliné
avec RC, la ligne cd sera necessairement égale à CD, parce
que ck est égale à CK, & cg à CG. Et que par consequent ii
fera coupée en E en parties égales par la ligne cm, à laquelle DI,
di sont paralleles. Et parce que cm est le diametre conjugué à
CG, il s'ensuit que ii sera parallele à GG. Partant si on prolon-
ge les refractions ci, ci, jusqu'à ce qu'elles rencontrent la tan-
gente ML en T & t, les distances MT, mt seront aussi égales.
Et ainsi s'explique parfaitement, par nostre hypothese, le phe-
no-

les Sinus des angles que font le rayon incident, & rompu, avec la perpendiculaire, il y a icy une telle proportion entre $c v$ & $c d$, ou $i e$; c'est à dire, entre le Sinus de l'angle que fait le rayon incident avec la perpendiculaire, & l'appliquée dans l'Ellipse, interceptée entre la refraction de ce rayon, & le diametre $c m$. Car la raison de $c v$ à $c d$, comme il a esté dit, est tousjours la mesme que de n au demidiametre $c g$.

33. J'ajouteray icy, devant que de passer outre, qu'en comparant ensemble la refraction reguliere, & irreguliere de ce cristal, il y a cela de remarquable que, si $A B P S$ est le spheroide par lequel s'estend la lumiere dans le Cristal dans un certain espace de temps; laquelle extension, comme il a esté dit, sert à la refraction irreguliere; alors la sphere inscrite $B V S T$ est l'étendue, dans ce mesme espace de temps, de la lumiere qui sert à la refraction reguliere.

Car nous avons dit cy devant, que, la ligne N estant le rayon d'une onde spherique de lumiere dans l'air, pendant que dans

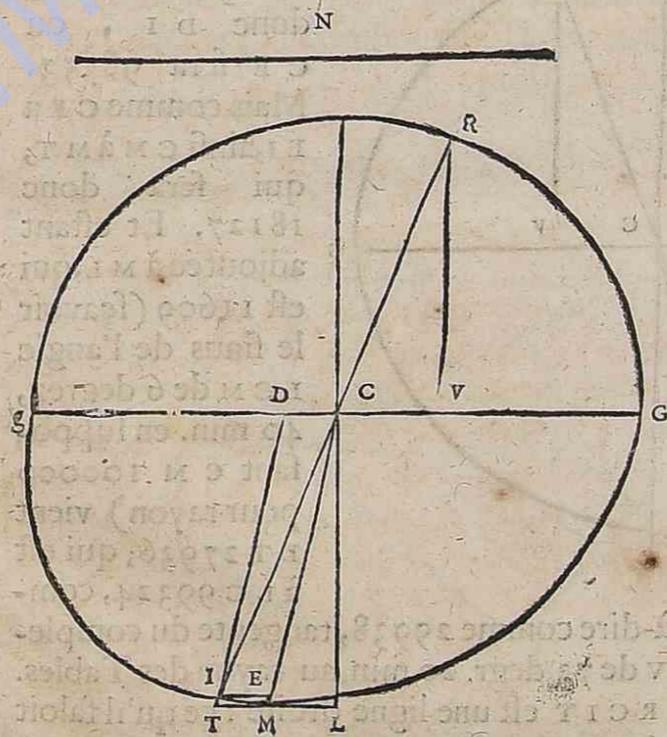


le cristal elle s'estendoit par le spheroide $A B P S$, la raison de N à $c s$ estoit de 156962 à 93410. Mais il a aussi esté dit que la proportion de la refraction reguliere estoit de 5 à 3; c'est à dire que, N estant le rayon d'une onde spherique de lumiere dans l'air, son extension dans le cristal faisoit, en mesme espace de temps, une sphere dont le rayon estoit à N , comme 3 à 5. Or 156962 est à 93410 comme 5 à 3 moins $\frac{1}{4}$. De sorte que c'est assez près, & peut estre exactement, la sphere $B V S T$ que fait la lumiere pour la refraction reguliere dans le cristal, pendant qu'elle y fait le spheroide $A B P S$ pour

pour la refraction irreguliere, & pendant qu'elle fait la sphere au rayon N en l'air, hors du cristal.

Quoyqu'il y ait donc, selon ce que nous avons posé, deux differentes extensions de la lumiere dans ce cristal, il paroît que c'est seulement dans le sens des perpendiculaires à l'axe $B S$ du spheroide, que l'une des extensions est plus vite que l'autre; mais qu'elles sont d'égale vitesse en l'autre sens, sçavoir en celuy des paralleles au mesme axe $B S$, qui est aussi l'axe de l'angle obtus du cristal.

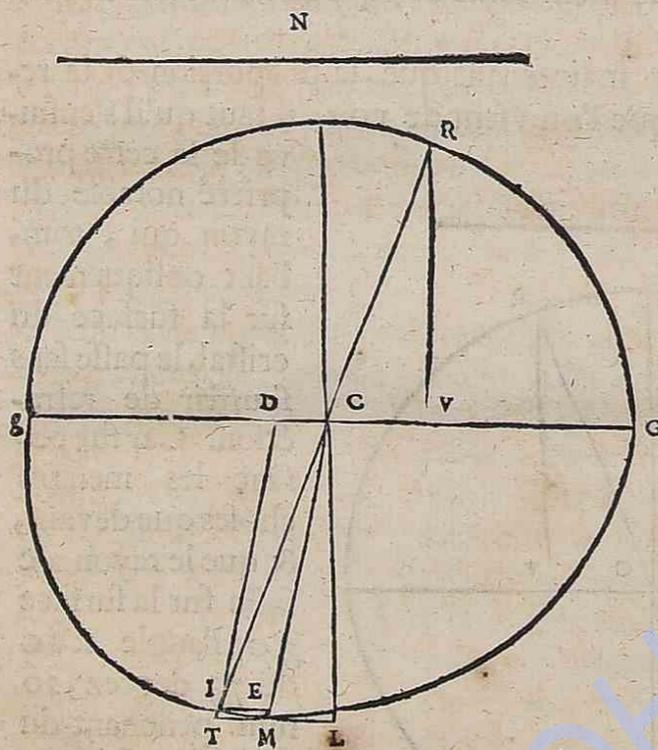
34. Je montreray maintenant que, la proportion de la refraction estant telle que l'on vient de voir, il faut qu'il s'ensui-



ve de là cette propriété notable du rayon qui, tombant obliquement sur la surface du cristal, le passe sans souffrir de refraction. Car supposant les mesmes choses que devant, & que le rayon $R C$ fasse sur la surface $g g$ l'angle $R C G$ de 73 degrez, 20 min. penchant du mesme costé que le cristal, duquel rayon il a esté parlé dessus: si l'on cherche, par la maniere cy devant expliquée, sa refraction $c i$, l'on trouvera qu'elle

le fait justement une droite avec RC , & qu'ainsi ce rayon ne se détourne point du tout, conformément à l'expérience. Ce qui se prouve ainsi par le calcul.

CG ou CR étant, comme dessus, 98779; CM 100000, & l'angle RCV de 73 degr. 20 min.; CV fera 28330. Mais parce que CI est la refraction du rayon RC , la proportion de CV à CD est celle de 156962 à 98779, sçavoir de N à CG : donc CD est 17828.



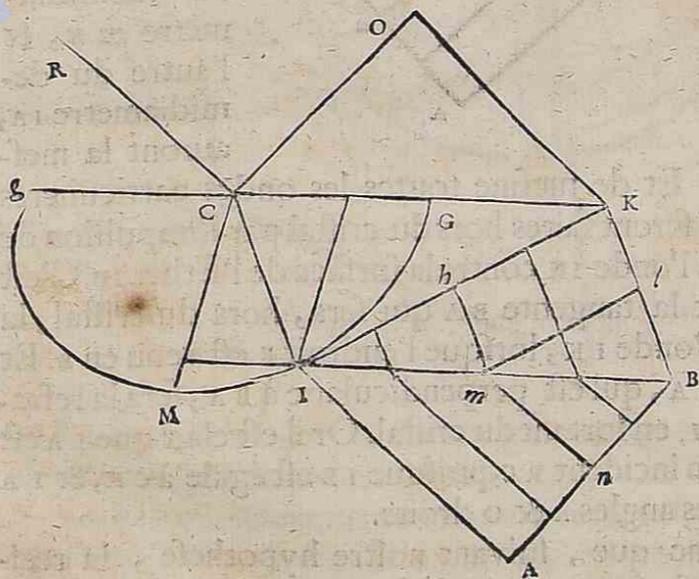
Or comme le carré de CG au carré de CM , ainsi le rectangle GDG au carré DI ; donc DI , ou CE fera 98353. Mais comme CE à EI , ainsi CM à MT ; qui fera donc 18127. Et étant ajoutée à ML , qui est 11609 (sçavoir le sinus de l'angle LCM de 6 degrez, 40 min. en supposant CM 100000 pour rayon) vient LT 27936; qui est à LC 99324, comme CV à VR , c'est-à-dire comme 29938, tangente du complément de l'angle RCV de 73 degr. 20 min. au rayon des Tables. D'où il paroît que $RCIT$ est une ligne droite: ce qu'il falloit prouver.

35. L'on verra de plus que le rayon CI , en sortant par la surface

face opposée du cristal, doit encore passer tout droit, par la démonstration suivante; qui prouve que la reciprocation des refractions s'observe dans ce cristal de mesme que dans les autres corps diaphanes, c'est-à-dire que si un rayon RC , en rencontrant la surface du cristal CG , se rompt en CI ; le rayon CI , sortant par la surface opposée & parallèle du cristal, que je suppose estre IB , aura la refraction IA parallèle au rayon RC .

Soient posées les mesmes choses qu'auparavant, c'est-à-dire que CO , perpendiculaire à CR , représente une portion d'onde, dont la continuation dans le cristal soit IK , de sorte que l'endroit c se fera continué par la droite CI , pendant que O est venu en K . Que si l'on prend maintenant un second temps égal au premier, l'endroit K de l'onde IK , dans ce second temps,

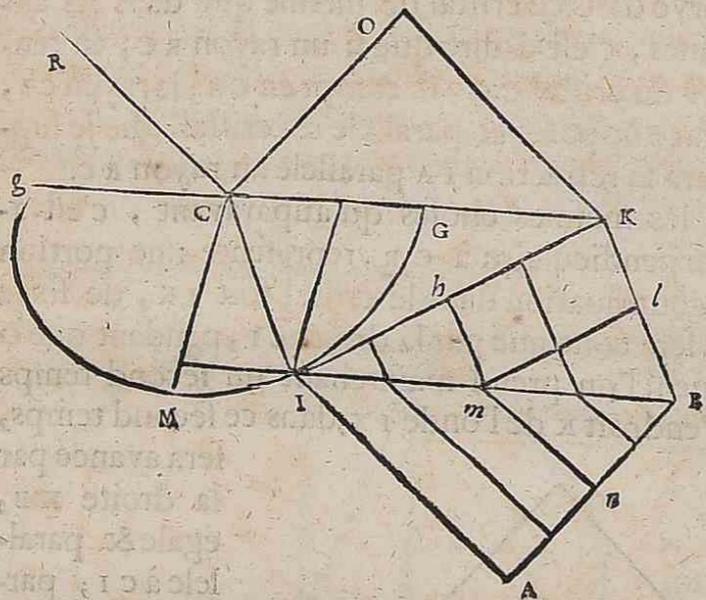
fera avancé par la droite KB , égale & parallèle à CI ; parce que tout endroit de l'onde CO , en arrivant à la surface CK , doit continuer dans le cristal de mesme que l'endroit c ; & dans ce mesme temps il se fera du point I , dans



l'air, une onde spherique particuliere ayant le demidiametre IA égal à KO , puisque KO a esté parcouruë dans un temps égal. De mesme si l'on considère quelque autre point de l'onde IK , comme

h , il

h , il ira par hm , parallèle à ci , rencontrer la surface ib , pendant que le point k parcourt kl égale à hm : & pendant que celui cy



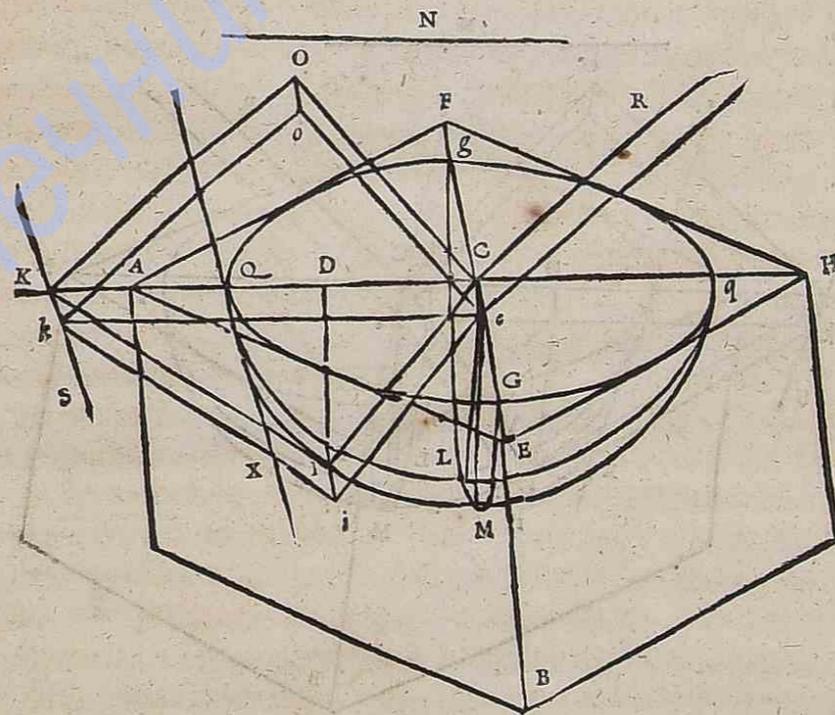
a cheve le reste ib , il se fera fait du point m une onde particulière, dont le demidiametre mn , aura telle raison à ib que ia à kb . D'où il est évident que cette onde du demidiametre mn , & l'autre du demidiametre ia , auront la mesme tangente ba . Et de mesme toutes les ondes particulieres spheriques qui se feront faites hors du cristal par l'impulsion de tous les points de l'onde ik contre la surface de l'Ether ib . C'est donc precisement la tangente ba qui sera, hors du cristal, la continuation de l'onde ik , lorsque l'endroit k est venu en b . Et par consequent ia , qui est perpendiculaire à ba , sera la refraction du rayon ci , en sortant du cristal. Or il est clair que ia est parallele au rayon incident rc , puisque ib est égale à ck , & ia égale à ko , & les angles a & o droits.

L'on voit donc que, suivant nostre hypothese, la reciprocation des refractions a lieu dans ce cristal, aussi bien que dans les corps transparenz ordinaires; ce qui se trouve ainsi en effet par les observations.

36. Je passe maintenant à la consideration des autres sections du

du cristal, & des refractions qui s'y produisent, desquelles, comme l'on verra, dependent d'autres phenomenes fort remarquables.

Soit le parallelepipede du cristal abh , & la surface d'en haut $ae hf$ un rombe parfait, dont les angles obtus soient di-



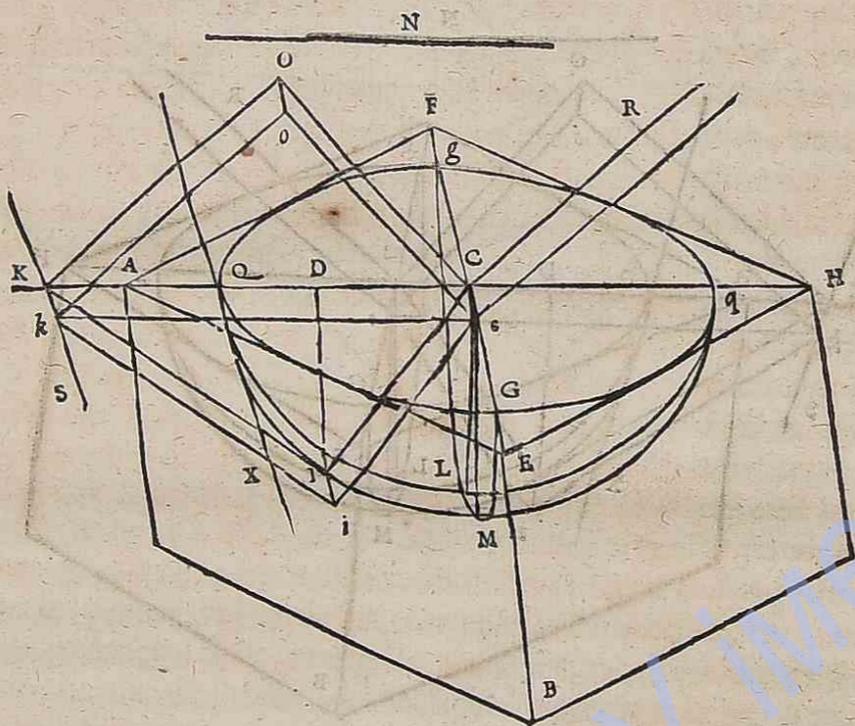
visez également par la droite ef , & les angles aigus par la droite ah , perpendiculaire à fe .

La section, que nous avons considerée jusqu'icy, est celle qui passe par les lignes ef , eb , & qui en mesme temps coupe le plan $ae hf$ à angles droits; de laquelle les refractions ont cela de commun avec les refractions des diaphanes ordinaires, que le plan qui est mené par le rayon incident, & qui coupe à angles droits la surface du cristal, est celui dans lequel se trouve aussi le

K

rayon

rayon rompu. Mais les refractions qui appartiennent à toute autre section de ce cristal, ont cette étrange propriété, que le rayon rompu sort toujours du plan du rayon incident, perpendiculaire à la surface, & se détourne du costé du panchant du cristal. De quoy nous ferons voir la raison premierement dans la



section par AH ; & nous montrerons en mesme temps, comment on y peut déterminer les refractions suivant nostre hypothese. Soit donc dans le plan qui passe par AH , & qui est perpendiculaire au plan AHE , le rayon incident RC ; & qu'il faille trouver sa refraction dans le cristal.

37. Du centre C , que je suppose estre dans l'interfection de AH & FE , soit imaginé un demi spheroides $QGGM$, tel que doit faire la lumiere en s'estendant dans le cristal, & que sa section

ction, par le plan $AEFH$, fasse l'Ellipse QGG ; dont le grand diametre Qg , qui est dans la ligne AH , sera necessairement un des grands diametres du spheroides; parce que l'axe du spheroides estant dans le plan par FE , auquel QC est perpendiculaire, il s'en suit que QC est aussi perpendiculaire à l'axe du spheroides, & partant QCg un de ses grands diametres. Mais le petit diametre de cette Ellipse, Gg , aura à Qg la raison qui a esté définie cy devant, N^o. 27, entre CG & le demi grand diametre du spheroides, CP , sçavoir celle de 98779 à 105032.

Soit la longueur de la ligne N le trajet de la lumiere dans l'air, pendant que dans le cristal, du centre C , elle fait le spheroides $QGGM$; & ayant mené CO perpendiculaire au rayon CR , & qui soit dans le plan par CR & AH , soit ajustée, dans l'angle ACO , la droite OK égale à N , & perpendiculaire à CO , & qu'elle rencontre la droite AH en K . Posant ensuite que CL soit perpendiculaire à la surface du cristal $AEFH$, & que CM soit la refraction du rayon qui tombe perpendiculairement sur cette mesme surface, soit mené un plan par la ligne CM & par KCH , faisant dans le spheroides la demiellipse QMg , qui sera donnée, puisque l'angle MCL est donné de 6 degr. 40 min. Et il est certain, suivant ce qui a esté expliqué cy dessus, N^o. 27, qu'un plan qui toucheroit le spheroides au point M , où je suppose que la droite CM rencontre sa surface, seroit parallele au plan QGG . Si donc par le point K l'on tire maintenant Ks parallele à Gg , qui sera aussi parallele à Qx , tangente de l'Ellipse QGG en Q , & que l'on conçoive un plan passant par Ks , & qui touche le spheroides; le point de contact sera necessairement dans l'Ellipse QMg , par ce que ce plan par Ks , aussi bien que le plan qui touche le spheroides au point M , sont paralleles à Qx tangente du spheroides: car cette consequence sera démontrée à la fin de ce Traité. Que ce point de contact soit en I , faisant proportionnelles KC , QC , DC , & menant DI parallele à CM ; & qu'on

joigne $c i$. Je dis que $c i$ sera la refraction requise du rayon $r c$. Ce qui sera manifeste si, en considerant $c o$, qui est perpendiculaire au rayon $r c$, comme une portion d'onde de lumiere, nous demontrons que la continuation de son endroit c se trouve dans le cristal en i , lorsque o est arrivé en k .

38. Or comme en demontrant, au Chap. de la Reflexion, que le rayon incident & reflechi estoient toujours dans un mesme plan perpendiculaire à la surface reflechiissante, nous avons consideré la largeur de l'onde de lumiere; de mesme il faut considerer icy la largeur de l'onde $c o$ dans le diametre $g g$. Prenant donc la largeur $c c'$ du costé de l'angle e , soit pris le rectangle $c o o c$ comme une portion d'onde, & achevons les rectangles $c k k c$, $c i i c$, $k i i k$, $o k k o$. Dans le temps donc que la ligne $o o$ est arrivée à la surface du cristal en $k k$, tous les points de l'onde $c o o c$ sont arrivez au rectangle $k c$ par des lignes paralleles à $o k$, & des points de leurs incidences il s'est, outre cela, fait des demispheroides particuliers dans le cristal, semblables & semblablement posez au demispheroide $q m q$; lesquels vont necessairement tous toucher au plan du parallelogr. $k i i k$ au mesme instant que $o o$ est en $k k$. Ce qui est aisé à comprendre, puisque tous ceux de ces demispheroides, qui ont leur centre le long de la ligne $c k$, touchent à ce plan dans la ligne $k i$, (car cela se demonstre de la mesme façon que nous avons demonstre la refraction du rayon oblique dans la section principale par BF) & que tous ceux, qui ont leurs centres dans la ligne $c c'$, touchent le mesme plan $k i$ dans la ligne $i i$; estant tous ceux cy pareils au demispheroide $q m q$. Puisque donc le rectangle $k i$ est celuy qui touche tous ces spheroides, ce mesme rectangle sera precisement la continuation de l'onde $c o o c$ dans le cristal, lorsque $o o$ est parvenue en $k k$, à cause de la termination du mouvement, & de la quantité qui s'y en trouve plus que par tout ailleurs: & ainsi il paroît que l'endroit

параллелограмм
и т.д.

droit c de l'onde $c o o c$ a sa continuation en i , c'est-à-dire que le rayon $r c$ se rompt en $c i$.

Où il est à noter, que la proportion de la refraction pour cette section du cristal est celle de la ligne n au demidiametre $c q$: par laquelle on trouvera facilement les refractions de tous les rayons incidens, de la mesme maniere que nous avons montré cy devant pour ce qui est de la section par $F E$; & la demonstration sera la mesme. Mais il paroît que ladite proportion de la refraction est moindre icy que dans la section par $F E B$; car elle estoit là comme de n à $c g$, c'est-à-dire de 156962 à 98779, fort près comme de 8 à 5; & icy elle est de n à $c q$ demi grand diametre du spheroide, c'est-à-dire de 156962 à 105032, fort près comme de 3 à 2, mais tant soit peu moindre. Ce qui s'accorde encore parfaitement à ce que l'on trouve par observation.

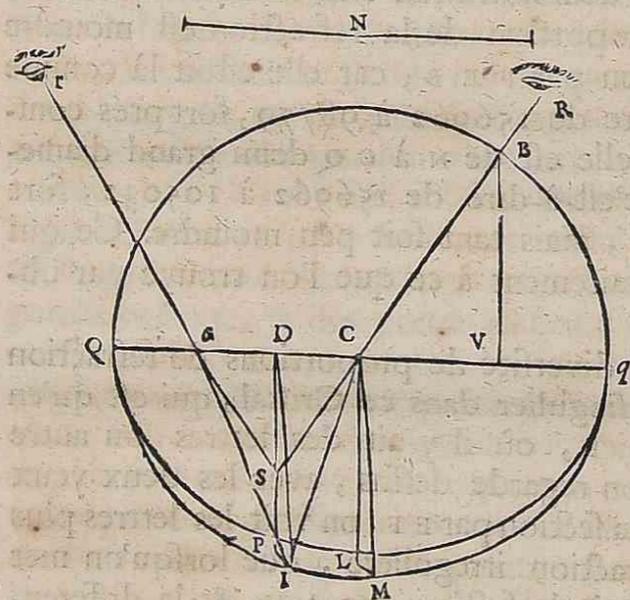
39. Au reste cette diversité de proportions de refraction produit un effet fort singulier dans ce Cristal, qui est qu'en le posant sur un papier, où il y ait des lettres ou autre chose marquée; si on regarde dessus, avec les deux yeux situez dans le plan de la section par $E F$, on voit les lettres plus élevées par cette refraction irreguliere, que lorsqu'on met les yeux dans le plan de la section par $A H$; & la difference des elevations paroît par l'autre refraction ordinaire de ce cristal, dont la proportion est comme de 5 à 3, & qui eleve ces lettres toujours egalement, & plus haut que ne fait la refraction irreguliere. Car on voit les lettres, & le papier où elles sont écrites, comme dans deux étages differens tout à la fois; & dans la premiere situation des yeux, sçavoir quand ils sont dans le plan par $A H$, ces deux étages sont quatre fois plus éloignez l'un de l'autre que lors que les yeux sont dans le plan par $E F$.

K 3

Nous

Nous montrerons que cet effet s'ensuit de ces refractions; ce qui servira en mesme temps à faire connoître le lieu apparent d'un point d'objet, placé immédiatement sous le cristal, suivant la différente situation des yeux.

40. Volons premierement de combien la refraction irreguliere du plan par AH doit hauffer le fond du cristal. Que le plan de cette figure icy represente separement la



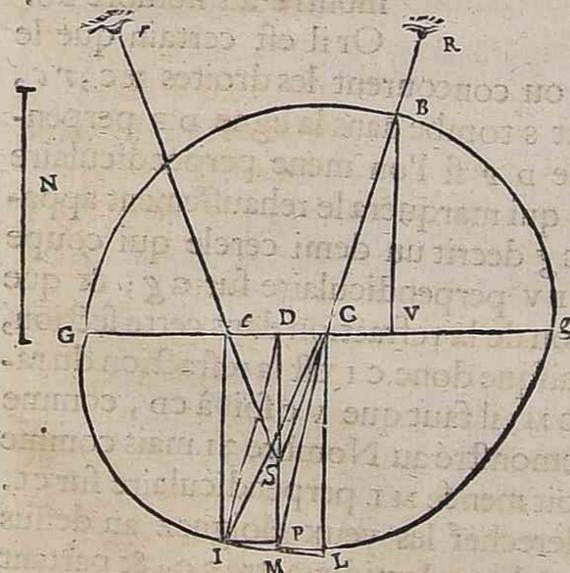
section par Qq & CL , dans laquelle section est aussi le rayon RC , & que le plan demielliptique, par Qq & CM , soit incliné au premier, comme auparavant, d'un angle de 6 deg. 40 min. dans lequel plan est donc CI la refraction du rayon RC .

Que si l'on considere maintenant le point I comme au fond du Cristal, & qu'il soit vû par les rayons ICR , ICr , rompus également aux points CC , qui doivent estre également distans de D ; & que ces rayons rencontrent les deux yeux en Rr . Il est certain que le point I paroitra élevé en S , ou concourent les droites RC , rc ; lequel point S est dans DP , perpendiculaire à Qq . Et si sur DP on mene la perpendiculaire IP , qui sera toute couchée au fond du cristal, la longueur SP fera l'exhaussement apparent du point I au dessus de ce fond.

Soit

Soit decrit sur Qq un demi cercle, qui coupe le rayon CR en B , d'où soit menée BV perpendiculaire à Qq ; & que la proportion de la refraction pour cette section soit, comme devant, celle de la ligne N au demidiametre cQ .

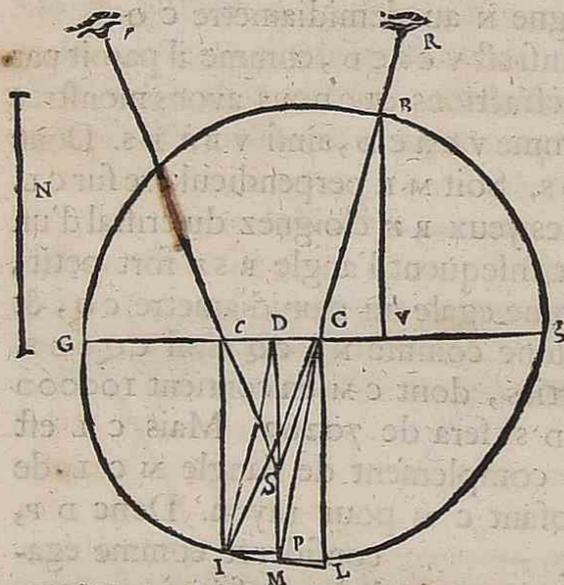
Donc comme N à cQ ainsi est vc à cd , comme il paroît par la maniere de trouver les refractions que nous avons monstrée cy dessus No. 31, mais comme vc à cd , ainsi vb à ds . Donc comme N à cQ ainsi vb à ds . Soit ML perpendiculaire sur CL . Et parce que je suppose les yeux Rr éloignez du cristal d'un pied ou environ, & par consequent l'angle RSr fort petit, il faut considerer VB comme égale au demidiametre cQ , & DP comme égale à CL , donc comme N à cQ ainsi cQ à ds . Mais N est de 156962 parties, dont CM en contient 100000 & cQ 105032. Donc ds sera de 70283. Mais CL est de 99324, estant sinus du complement de l'angle MCL de 6 deg. 40 min. en supposant CM pour rayon. Donc DP ,



considerée comme égale à CL , sera à ds comme 99324 à 70283. Et ainsi se connoit le rehaussement du point du fond I par la refraction de cette section.

41. Soit maintenant representée l'autre section par EF , dans la figure qui est devant la precedente, & que Gmg soit la demiellipse, considerée au Nombre 27 & 28, qui se fait par la coupe d'une onde spheroidale ayant le centre C .
Que

Que le point I , pris dans cette ellipse, soit imaginé derechef au fond du Cristal, & qu'il soit vû par les rayons rompus

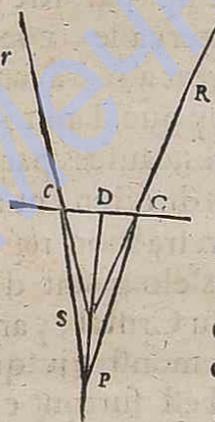


ICR , ICr , qui vont rencontrer les deux yeux; estant CR , Cr également inclinées à la surface du cristal Gg . Ce qui estant ainsi, si l'on tire ID parallèle à CM , que je suppose estre la refraction du rayon perpendiculaire qui tomberoit sur le point C , les distances DC , Dc , seront égales, comme il est aisé de voir par ce qui est démontré au nombre 28.

Or il est certain que le point I doit paroître en s , ou concourent les droites RC , Rc , prolongées; & que ce point s tombe dans la ligne DP perpendiculaires à Gg ; à laquelle DP si l'on mene perpendiculaire IP , ce sera la distance Ps qui marquera le rehaussement apparent du point I . Soit sur Gg décrit un demi cercle qui coupe CR en B , d'où soit menée BV perpendiculaire sur Gg ; & que N à Gc marque la proportion de la refraction dans cette section, comme au Nombre 28. Puisque donc CI est la refraction du rayon BC ; & DI parallèle à CM ; il faut que VC soit à CD , comme N à Gc , par ce qui a esté démontré au Nombre 31. mais comme VC à CD ainsi est BV à DS . Soit menée ML perpendiculaire sur CL . Et par ce que je suppose derechef les yeux éloignez au dessus du cristal, BV est censée égale au demidiametre CG ; & partant DS sera alors troisieme proportionnelle aux lignes N & CG : aussi sera

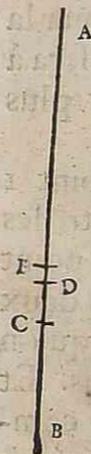
DP

DP alors censée égale à CL . Or CG estant de 98778 parties dont CM en contient 100000, N est de 156962. Donc DS sera de 62163. Mais CL est aussi déterminée, & contient 99324 parties, comme il a esté dit N°. 53. donc la raison de PD à DS sera comme de 99324 à 62163. Et ainsi l'on sçait le rehaussement du point du fond I par la refraction de cette section; & il paroît que ce rehaussement est plus grand que par la refraction de la section precedente, puisque la raison de PD à DS estoit là comme de 99324 à 70283.



Mais par la refraction reguliere du cristal, dont nous avons dit cy dessus que la proportion estoit de 5 à 3, le rehaussement du point I ou P du fond, sera de $\frac{2}{3}$ de la hauteur DP , comme il paroît par cette figure, ou le point P estant vû par les rayons PCR , Pcr , également rompus en la surface Cc , il faut que ce point paroisse en s , dans la perpendiculaire PD , ou concourent les droites RC , Rc prolongées: & l'on sçait que la ligne PC à CS est comme 5 à 3, puisqu'elles sont entr'elles comme le sinus de l'angle $CS P$ ou $DS C$, au sinus de l'angle $SP C$. Et parce que les deux yeux Rr estant supposez beaucoup éloignez au dessus du cristal la raison de PD à DS est censée la mesme que PC à CS , le rehaussement PS sera aussi de $\frac{2}{3}$ de PD .

42. Que si l'on prend une ligne droite AB pour l'épaisseur du cristal, duquel le point B soit dans le fond, & qu'on la divise, suivant les proportions des rehaussements trouvées, aux points C , D , E ; faisant AE de $\frac{2}{3}$ AB , AB à AC comme 99324 à 70283, & AB à AD comme 99324 à 62163, ces points diviseront AB comme dans cette figure. Et l'on trouvera que cecy s'accorde parfaitement avec l'expérience; c'est-à-dire qu'en plaçant



L

çant

çant les yeux dans le plan qui coupe le cristal suivant le petit diamètre du rombe de dessus, la refraction régulière elevera les lettres en E , & on verra le fond, & les lettres sur le quelles il est posé, élevées en D par la refraction irrégulière. Mais en plaçant les yeux dans le plan qui coupe le cristal suivant le grand diamètre du rombe de dessus, la refraction régulière

elevera les lettres en E comme auparavant; mais la refraction irrégulière les fera en même temps paroître élevées en C seulement. En sorte que l'intervalle CE sera quadruple de l'intervalle ED , qu'on voyoit auparavant.

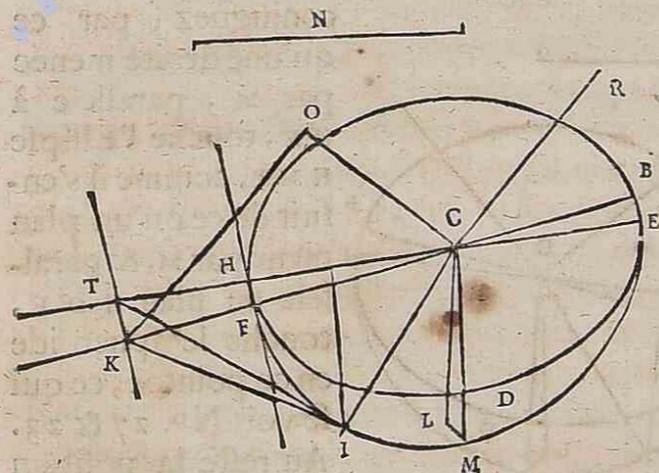
43. Je n'ay que faire de remarquer icy que, dans toutes les deux positions des yeux, les images, causées par la refraction irrégulière, ne paroissent pas directement au dessous de celles qui procedent de la refraction régulière, mais qu'elles s'en écartent, en s'éloignant d'avantage de l'angle solide equilateral du Cristal; parce que cela s'ensuit de tout ce qui a esté démontré jusqu'icy de la refraction irrégulière, & qu'il est surtout evident par ces dernières demonstrations: où l'on voit que le point I paroît par la refraction irrégulière en s , dans la perpendiculaire DP ; dans laquelle doit aussi paroître l'image du point P par la refraction régulière, mais non pas l'image du point I , qui sera à peu près directement au dessus de ce même point, & plus haute que s .

Mais pour ce qui est du rehaussement apparent du point I dans les autres positions des yeux au dessus du cristal, outre les deux positions que nous venons d'examiner, l'image de ce point paroît toujours par la refraction régulière entre les deux hauteurs de D & C , passant de l'une à l'autre, à mesure qu'on tourne à l'entour du cristal immobile en regardant dessus. Et tout cecy se trouve encore conforme à nostre hypothese, comme un chacun pourra s'en assurer, après que j'auray montré icy la

A
F
D
C
B

la maniere de trouver les refractions irrégulières, qui appartiennent à toutes les autres sections du cristal, outre les deux que nous avons considérées. Posons quelque une des faces du cristal, dans laquelle soit l'Ellipse HDE , dont le centre C soit aussi le centre du spheroïde HME , dans lequel s'étend la lumière, & dont ladite Ellipse est la section. Et que le rayon incident soit RC , dont il faille trouver la refraction.

Soit mené un plan passant par le rayon RC , & qui soit perpendiculaire au plan de l'ellipse HDE , le coupant suivant la droite BCK , & ayant dans le même plan par RC fait CO perpendiculaire à CK , soit dans l'angle OCK ajustée OK perpendiculaire à OC & égale à la ligne N , que je suppose marquer le



trajet de la lumière en l'air, dans le temps qu'elle s'étend dans le cristal par le spheroïde HDE . Puis dans le plan de l'ellipse HDE soit, par le point K , menée KT perpendiculaire à BCK . Maintenant si l'on conçoit un plan mené par la droite KT , & qui touche le spheroïde

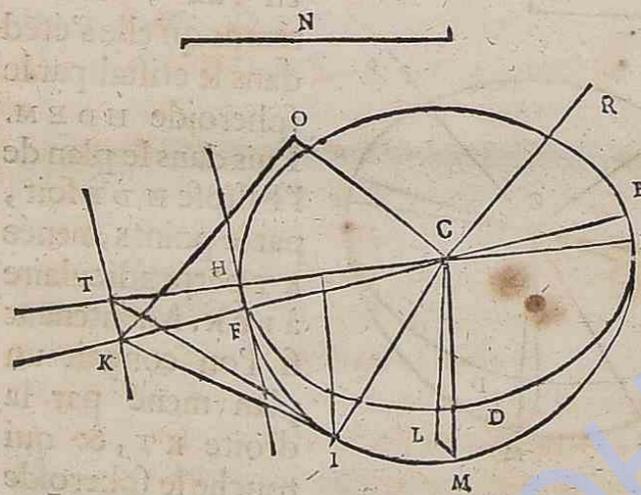
HME en I , la droite CI sera la refraction du rayon RC , comme il est assez aisé à conclurre de ce qui a esté démontré au Nombre 36.

Mais il faut montrer comment on peut déterminer le point de contact I . Soit menée à la ligne KT une parallèle HF , qui touche l'ellipse HDE , & que ce point de contact

L 2

tact

tact soit en H ; & ayant tiré une droite par CH , qui rencontre KT en T , soit imaginé par la mesme CH , & par CM , que je suppose estre la refraction du rayon perpendiculaire, un plan qui fasse dans le spherode la section elliptique HME . Il est certain que le plan qui passera par la droite KT , & qui touchera le spherode, le touchera dans un point de l'Ellipse HME , par le Lemme qui sera démontré à la fin du Chapitre. Or ce point est necessairement le point I que l'on cherche, puisque le plan mené par TK ne peut toucher le spherode qu'en un point. Et ce point I est aisé à déterminer, puisqu'il ne faut que mener du point T , qui est dans le plan de cette Ellipse, la tangente TI , de la maniere qui a esté montrée cy-devant. Car l'Ellipse HME est donnée, dont CH & CM sont demidiames

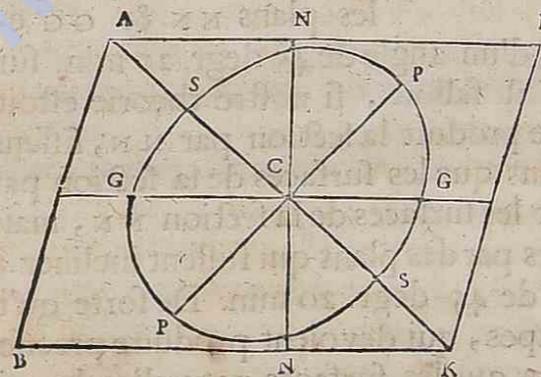


conjuguez; par ce qu'une droite menée par M , parallele à HE , touche l'Ellipse HME , comme il s'enfuit de ce qu'un plan mené par M , & parallele au plan HDE , touche le spherode en ce point M , ce qui se voit No. 27 & 23. Au reste la position de cette ellipse, à l'égard du plan par le

rayon RC & par CK , est aussi donnée; par où il sera aisé de trouver la position de la refraction CI , à l'égard du rayon RC . Or il faut noter, que la mesme ellipse HME sert à trouver les refractions de tout autre rayon qui sera dans le plan par RC & CK . Parce que tout plan, parallele à la droite HF , ou TK , qui

qui touchera le spherode, le touchera dans cette ellipse, par le Lemme cité peu devant.

J'ay recherché ainsi par le menu les proprietéz de la refraction irreguliere de ce Cristal, pour voir si chaque phenomene, qui se deduit de nostre hypothese, conviendrait avec ce qui s'observe en effet. Ce qui estant ainsi, ce n'est pas une legere preuve de la verité de nos suppositions & principes. Mais ce que je vais ajouter icy les confirme encore merueilleusement. Ce sont les coupes differentes de ce Cristal, dont les surfaces, qu'elles produisent, font naistre des refractions precisement telles qu'elles doivent estre; & que je les avois preveuës, suivant la Theorie precedente.

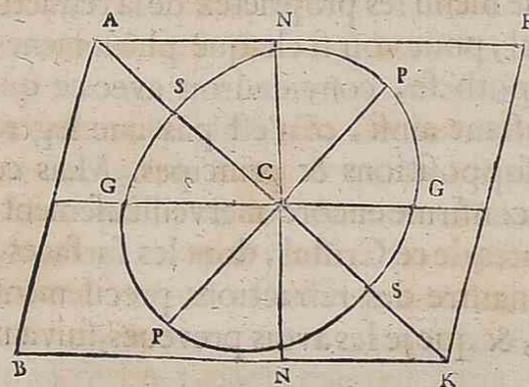


Pour expliquer quelles sont ces coupes, soit $ABKF$ la section principale par l'axe du cristal, ACK , dans laquelle sera aussi l'axe ss d'une onde spherode de lumiere étendue dans le Cristal du centre c ; & la ligne droite, qui coupe ss par le milieu, & à angles droits,

scavoir pp , sera un des grands diametres.

Or comme dans la coupe naturelle du cristal, faite par un plan parallele à deux surfaces opposées, lequel plan est icy representé par la ligne GG , la refraction des surfaces qui en sont produites se regle par les demispheroides $GN G$, suivant ce qui a esté expliqué dans la Theorie precedente: de mesme en coupant le Cristal par NN , d'un plan perpendiculaire au parallelogramme $ABKF$, la refraction des surfaces se devra regler par les demispheroides $NG N$: & si on le coupe par PP , perpendiculai-

diculairement au dit parallelogramme, la refraction des surfaces se devra regler par les demispheroides $P S P$, & ainsi des autres.



Mais je vis que si le plan NN estoit presque perpendiculaire au plan GG , faisant l'angle NCG , qui est du costé A , de 90 degrez, 40 min. les demispheroides NGN devenoient semblables aux demispheroides $GN G$, puisque les plans NN & GG étoient inclinez également, d'un angle de 45 deg. 20 min. sur l'axe ss . Par consequent il falloit, si nostre theorie estoit vraie, que les surfaces que produit la section par NN , fissent toutes les mesmes refractions que les surfaces de la section par GG . Et non pas seulement les surfaces de la section NN , mais toutes les autres, produites par des plans qui fussent inclinez à l'axe ss d'un angle pareil de 45 deg. 20 min. De sorte qu'il y avoit une infinité de coupes, qui devoient produire precisement les mesmes refractions que les surfaces naturelles du cristal, ou que la coupe parallele à quelqu'une de ces surfaces, qui se fait en le fendant.

Je vis aussi qu'en le coupant d'un plan mené par PP , & perpendiculaire à l'axe ss , la refraction des surfaces devoit estre telle que le rayon perpendiculaire n'en souffrist point du tout, & que toutefois aux rayons obliques il y eust une refraction irreguliere, differente de la reguliere; & par laquelle les objets, placez sous le cristal, fussent moins rehaussez que par cette autre.

Que de mesme, en coupant le cristal de quelque plan par l'axe

l'axe ss , comme est le plan de cette figure, le rayon perpendiculaire ne devoit point souffrir de refraction; & que pour les rayons obliques, il y avoit des mesures differentes pour la refraction irreguliere, suivant la situation du plan où estoit le rayon incident.

Or ces choses se trouverent ainsi en effet, & je ne pûs douter apres cela qu'il ne se rencontraist par tout un succez pareil. D'ou je conclus que l'on peut former de ce cristal des solides semblables à ceux qui luy sont naturels, qui produiront, dans toutes leurs surfaces, les mesmes refractions regulieres & irregulieres que les surfaces naturelles, & qui pourtant se fendent tout autrement, & point parallelement à aucune des faces.

Que l'on en peut faire aussi des pyramides, ayant la base quarrée, pentagone, hexagone, ou de tant de costez que l'on voudra, dont toutes les surfaces ayent les mesmes refractions que les surfaces naturelles du cristal, hormis la base, qui ne rompra point le rayon perpendiculaire. Ces surfaces feront chacune avec l'axe du cristal un angle de 45 deg. 20 min. & la base sera la section perpendiculaire à l'axe.

Qu'enfin on en peut aussi faire des prismes triangulaires, ou de tant de costez qu'on veut, dont ni les costez ni les bases ne rompront point le rayon perpendiculaire, quoyque pourtant ils fassent tous double refraction aux rayons obliques. Le cube est compris parmi ces prismes; dont les bases sont des sections perpendiculaires à l'axe du cristal, & les costez sont des sections paralleles à ce mesme axe.

De tout cecy il paroît encore, que ce n'est point du tout dans la disposition des couches dont ce cristal paroît composé, & selon lesquelles il se fend en trois sens differens, que reside la cause de la refraction irreguliere, & que ce seroit en vain de l'y vouloir chercher.

Mais

Mais afin qu'un chacun, qui aura de cette pierre, puisse trouver, par sa propre experience, la verité de ce que je viens d'avancer; je diray icy la maniere dont je me suis serui à la tailler, & à la polir. La taille est aisée par les roués tranchantes des lapidaires, ou de la maniere qu'on fie le marbre; mais le poli est tres difficile, & en employant les moyens ordinaires, on depolit bien plustost les surfaces qu'on ne les rend luisantes.

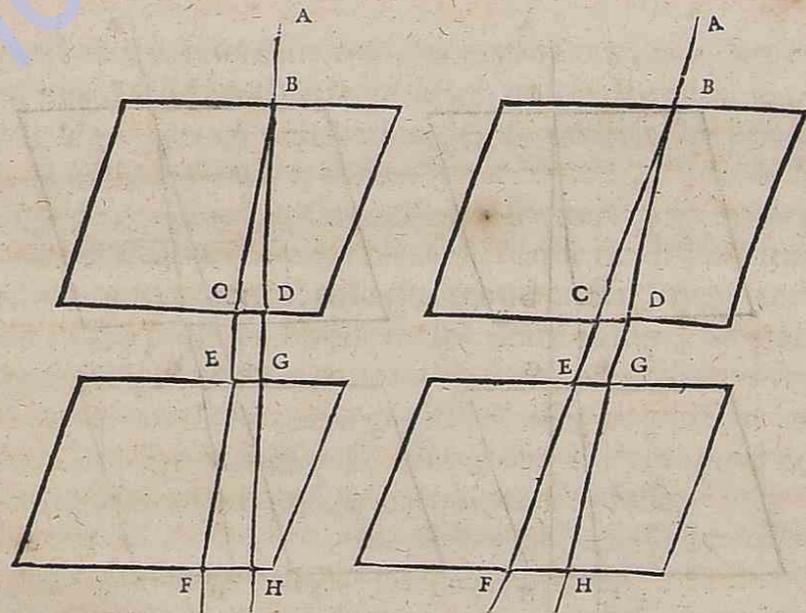
Après plusieurs essais, j'ay enfin trouvé qu'il ne faut point de plaque de metal pour cet usage, mais une piece de glace de miroir rendue matte & depolie. Là dessus, avec du sablon fin & de l'eau, l'on adoucit peu à peu ce cristall, de mesme que les verres de lunette, & on le polit en continuant seulement le travail, & en diminuant tousjours la matiere. Je n'ay sceu pourtant le rendre d'une clarté & transparence parfaite; mais l'égalité, qu'acquierent les surfaces, fait que l'on y observe mieux les effets de la refraction, que dans celles qui se sont faites en fendant la pierre, qui ont tousjours quelque inégalité.

Lors mesme que la surface n'est que mediocrement adoucie, si on la frotte avec un peu d'huile, ou de blanc d'oeuf, elle devient fort transparente, en sorte que la refraction s'y decouvre fort distinctement. Et cette aide est surtout necessaire, lorsque l'on veut polir les surfaces naturelles, pour en offer les inégalités; parce qu'on ne sçauroit les rendre luisantes à l'egal de celles des autres sections; qui prennent d'autant mieux le poli qu'elles sont moins aprochantes de ces plans naturels.

Devant que de finir le traitté de ce Cristall, j'ajouteray encore un phenomene merueilleux, que j'ay decouvert après avoir écrit tout ce que dessus. Car bien que je n'en aie pas pû trouver jusqu'icy la cause, je ne veux pas laisser pour cela de l'indiquer, afin de donner occasion à d'autres de la chercher. Il semble qu'il faudroit faire encore d'autres suppositions outre celles que

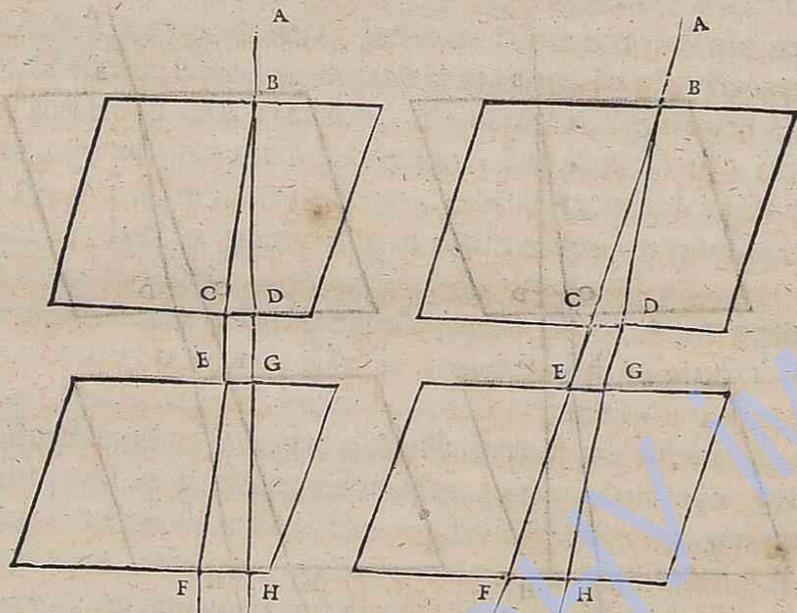
que j'ay faites; qui ne laisseront pas pour cela de garder toute leur vrai-semblance, après avoir esté confirmées par tant de preuves.

Le phenomene est, qu'en prenant deux morceaux de ce cristall, & les appliquant l'un sur l'autre, ou bien les tenant avec de l'espace entre deux; si tous les costez de l'un sont paralleles à ceux de l'autre, alors un rayon de lumiere, comme AB , s'estant partagé en deux dans le premier morceau, sçavoir en BD & en BC , suivant les deux refractions, reguliere & ir-



reguliere; en penetrant de là à l'autre morceau, chaque rayon y passera sans plus se partager en deux; mais celui qui a esté fait de la refraction reguliere, comme icy DG , fera seulement encore une refraction reguliere en GH , & l'autre, CE , une irreguliere en EF . Et la mesme chose arrive non seulement dans cette disposition, mais aussi dans toutes celles où la section principale

pale, de l'un & de l'autre morceau, se trouve dans un mesme plan, sans qu'il soit besoin que les deux surfaces qui se regardent soient paralleles. Or il est merueilleux pourquoy les rayons $c e$ & $d g$, venant de l'air sur le cristal inferieur, ne se partagent pas de mesme que le premier rayon $a b$. On diroit qu'il faut que le rayon $d g$, en passant par le morceau de dessus, ait perdu ce qui est necessaire pour émouvoir la matiere qui sert à la refraction irreguliere; & que $c e$ ait pareillement perdu ce qu'il faut pour émouvoir la matiere qui sert à la refraction



reguliere: mais il y a encore autre chose qui renverse ce raisonnement. C'est que quand on dispose les deux cristaux en sorte, que les plans qui font les sections principales se coupent à angles droits; soit que les surfaces qui se regardent soient paralleles ou non; alors le rayon qui est venu de la refraction reguliere, comme $d g$, ne fait plus qu'une refraction irreguliere dans le

le morceau inferieur, & au contraire le rayon qui est venu de la refraction irreguliere, comme $c e$, ne fait plus qu'une refraction reguliere.

Mais dans toutes les autres positions infinies, outre celles que je viens de determiner, les rayons $d g$, $c e$ se partagent derechef chacun en deux, par la refraction du cristal inferieur; de sorte que du seul rayon $a b$ il s'en fait quatre, tantost d'egale clarté, tantost de bien moindre les uns que les autres, selon la diverse rencontre des positions des cristaux: mais qui ne paroissent pas avoir plus de lumiere tous ensemble, que le seul rayon $a b$.

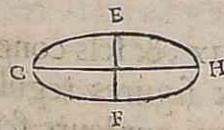
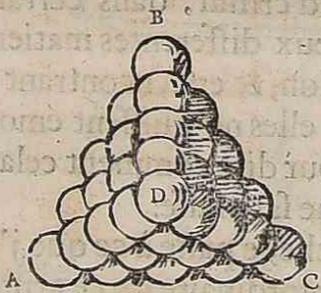
Quand on considere icy que, les rayons $c e$, $d g$ demeurant les mesmes, il depend de la position qu'on donne au morceau d'en bas de les partager chacun en deux, ou de ne les point partager, là où le rayon $a b$ se partage tousjours; il semble qu'on est obligé de conclure que les ondes de lumiere, pour avoir passé le premier cristal, acquierent certaine forme ou disposition, par laquelle en rencontrant le tissu du second cristal, dans certaine position, elles puissent émouvoir les deux differentes matieres qui servent aux deux especes de refraction; & en rencontrant ce second cristal dans une autre position, elles ne puissent émouvoir que l'une de ces matieres. Mais pour dire comment cela se fait, je n'ay rien trouvé jusqu'icy qui me satisfasse.

Laisant donc à d'autres cette recherche, je passe à ce que j'ay à dire touchant la cause de la figure extraordinaire de ce cristal, & pourquoy il se fend aisément en trois sens differens, parallelement à quelqu'une de ses surfaces.

Il y a plusieurs corps vegetaux, minéraux, & sels congelez, qui se forment avec de certains angles & figures regulieres. Ainsi parmy les fleurs il y en a beaucoup, qui ont leurs feuilles disposées en polygones ordonnez, au nombre de 3. 4. 5. ou 6 costez; mais non pas d'avantage. Ce qui merite bien d'estre re-

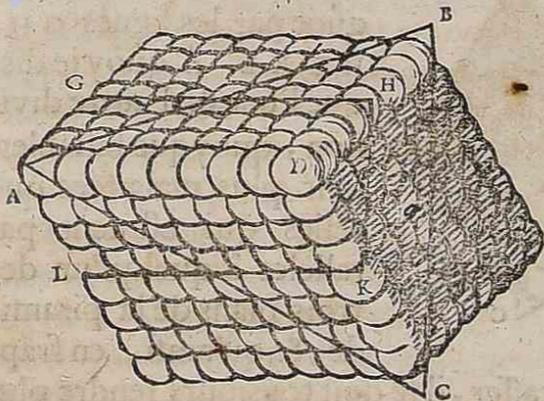
marqué; tant la figure polygone, que pourquoy elle n'excede pas ce nombre de 6.

Le Cristal de roche croit ordinairement en bastons hexagones, & l'on trouve des diamans qui naissent avec une pointe quarrée, & des surfaces polies. Il y a une espece de petites pierres plattes, entassées directement les unes sur les autres, qui font toutes de figure pentagone, avec les angles arrondis & les costez un peu pliez en dedans. Les grains de sel gris, qui naissent de l'eau de la mer, affectent la figure, ou du moins l'angle, du cube, & dans les congelations d'autres sels, & de celle du sucre, l'on trouve d'autres angles solides, avec des surfaces parfaitement plattes. La neige menue tombe presque toujours formée en petites estoiles à 6 pointes, & quelques fois en hexagones dont les costez sont droits. Et j'ay souvent observé, au dedans de l'eau qui commence à se geler, une maniere de feuilles plattes & deliées de glace, dont la raye du milieu jette des branches in-



clinées d'un angle de 60 degrez. Toutes ces choses meritent d'estre recherchées soigneusement, pour reconnoitre comment & par quel artifice la nature y opere. Mais ce n'est pas maintenant mon dessein de traiter entierement cette matiere. Il semble qu'en general la regularité, qui se trouve dans ces productions, vient de l'arrangement des petites particules invisibles & egales dont elles sont composées. Et pour venir à nostre Cristal d'Islande, je dis que s'il y avoit une pyramide comme *A B C D*, composée de petits corpuscules ronds, non pas spheriques, mais spheroides plats, tels que se feroient par la conversion de cette

ellipse *G H* sur son petit diametre *E F*; dont la proportion au grand est fort près celle de 1 à la racine quarrée de 8. Je dis donc que l'angle solide de la pointe *D*, seroit egal à l'angle obtus & equilateral de ce Cristal. Je dis de plus, si ces corpuscules estoient legerement collez ensemble, qu'en rompant cette pyramide, elle se casseroit suivant des faces paralleles à celles qui font sa pointe: & que par ce moyen, comme il est aisé de voir, elle produiroit des prismes semblables à ceux du mesme Cristal, tels que represente cette autre figure. La raison est, qu'en se cassant de cette façon, toute une couche se separe aisément de sa couche voisine, parce que chaque spheroides ne se detache que des trois spheroides de l'autre couche, des quels trois il n'y en a qu'un qui le touche par la surface ap-



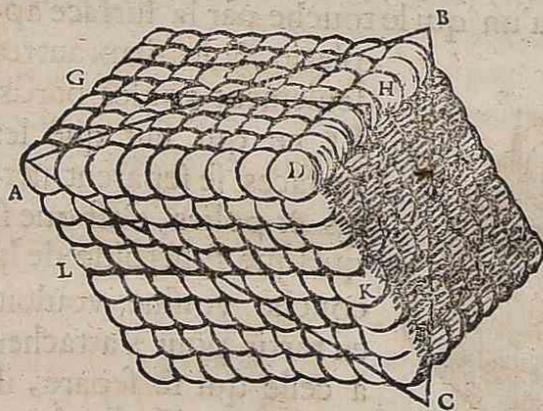
platie, & les deux autres seulement par les bords. Et ce qui fait que les surfaces se separent nettes & polies, c'est que si quelque spheroides de la couche voisine vouloit en sortir pour s'attacher à celle qui se separe, il faudroit qu'il se detachast de six autres spheroides qui le tiennent fer-

ré, & dont les quatre le pressent par ces surfaces applaties. Puis donc que tant les angles de nostre cristal, que la maniere dont il se fend, conviennent justement avec ce qui se remarque au composé de tels spheroides, c'est une grande raison pour croire que ses particules sont formées & rangées de mesme.

Il y a mesme assez d'apparence que les prismes de ce cristal se font par la rupture des pyramides, puisque *Mr. Bartholin*

raporte qu'il s'en trouve par fois des morceaux de figure pyramidale triangulaire. Mais quand une masse ne seroit composée qu'interieurement de ces petits spheroides ainsi entassez, quelle forme qu'elle eust par dehors, il est certain, par la mesme raison que je viens d'expliquer, qu'estant cassée elle produiroit des prismes pareils. Il reste à voir s'il y a d'autres raisons qui confirment nostre conjecture, & s'il n'y en a point qui y repugnent.

L'on peut objecter que ce cristal, estant ainsi composé, se pouroit fendre encore en deux manieres, dont l'une seroit suivant des plans paralleles à la base de la pyramide, c'est-à-dire



au triangle ABC ; l'autre parallelement à un plan dont la coupe est marquée par les lignes GH , HK , KL . A quoy je dis, que l'une & l'autre division, quoyque faisables, sont plus malaisées que celles qui estoient paralleles à quelqu'un des trois plans de la pyramide; & qu'ainsi, en frap-

pant sur le cristal pour le casser, il se doit toujours fendre plutost suivant ces trois plans que suivant les deux autres. Quand on a un nombre de spheroides de la forme cy devant marquée, & qu'on les range en pyramide, on voit pourquoy les deux divisions sont plus malaisées. Car pour ce qui est de celle qui se feroit parallelement à la base, chaque spheroide se doit detacher des trois autres qu'il touche par les surfaces applaties, qui tiennent plus que ne font les contacts par les bords. Et outre cela, cette division ne se fera point par des couches entieres, parce qu'un

qu'un chacun des spheroides d'une couche n'est presque point retenu par les 6 de la mesme couche qui l'entourent, parce qu'ils ne le touchent que par les bords; de sorte qu'il adhère aisément à la couche voisine, & d'autres à luy, par la mesme raison; ce qui cause des surfaces inegales. Aussi voit on par experience, qu'en usant le cristal sur une pierre un peu rude, directement sur l'angle solide equilateral, on trouve à la verité beaucoup de facilité à le diminuer en ce sens, mais beaucoup de difficulté ensuite à polir la surface qu'on aura applatie de cette maniere.

Pour l'autre division suivant le plan GHL , l'on verra que chaque spheroide s'y devroit detacher de quatre de la couche voisine, dont deux le touchent par les surfaces applaties, & deux par les bords. De sorte que cette division est de mesme plus difficile que celle qui se fait parallelement à une des surfaces du cristal; où nous avons dit que chaque spheroide ne se detache que de trois de sa couche voisine; dont il n'y en a qu'un qui le touche par la surface applatie, & les deux autres par les bords seulement.

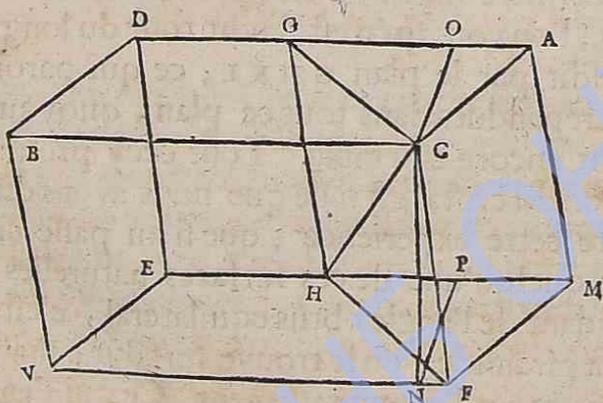
Cependant ce qui m'a fait connoitre qu'il y a dans le cristal des couches de cette derniere façon, c'est qu'en un morceau de demie livre que j'ay, l'on voit qu'il est fendu tout du long, ainsi que le prisme susdit par le plan GHL ; ce qui paroît par les couleurs d'Iris repandues dans tout ce plan, quoyque les deux pieces tiennent encore ensemble. Tout cecy prouve donc que la composition du cristal est telle que nous avons dit. A quoy j'ajoute encore cette experience; que si on passe un cousteau en raclant sur quelque'une de ces surfaces naturelles, & que ce soit en descendant de l'angle obtus equilateral, c'est-à-dire de la pointe de la pyramide, on le trouve fort dur; mais en raclant du sens contraire on l'entame aisément. Ce qui s'ensuit manifestement de la situation des petits spheroides; sur lesquels,

quels, dans la premiere maniere, le cousteau glisse; mais dans l'autre ils les prend par dessous, à peu pres comme les écailles d'un poisson.

Je n'entreprendray pas de rien dire touchant la maniere dont s'engendrent tant de petits corpuscules, tous égaux & semblables, ni comment ils sont mis dans un si bel ordre. S'ils sont formez premierement, & puis assemblez; ou s'ils se rangent ainsi en naissant, & à mesure qu'ils sont produits, ce qui me paroît plus vrai-semblable. Il faudroit pour developper des veritez si cachées, une connoissance de la nature bien plus grande que celle que nous avons. J'ajouteray seulement que ces petits spheroides pourroient bien contribuer à former les spheroides des ondes de lumiere, cy dessus supposez; les uns & les autres estant situez de mesme, & avec leur axes paralleles.

Calculs qui ont esté supposez dans ce Chapitre.

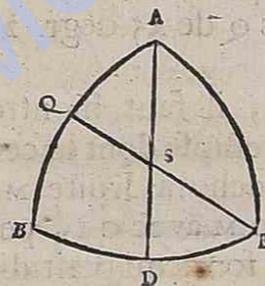
Mr. Bartholin dans son traité de ce cristal, met les angles obtus des faces de 101 degrez, lesquels j'ay dit estre de 101 degrez, 52 min. Il dit avoir mesuré immediatement ces angles sur le cristal; ce qui est difficile à faire avec la derniere justesse, à cause que les carnes, comme CA , CB dans cette figure, sont ordinairement usées, & non pas bien droites. Pour plus de seureté donc, j'ay plustost voulu mesurer actuellement l'angle



de seureté donc, j'ay plustost voulu mesurer actuellement l'angle

gle obtus, duquel sont inclinées l'une sur l'autre les faces $CBDA$, $CBVF$, sçavoir l'angle OCN , apres avoir mené CN perpendiculaire sur FV , & CO perpendiculaire sur DA : lequel angle OCN j'ay trouvé de 105 degrez. & son complement à deux angles droits, CNP , de 75 degrez. comme il falloit.

Pour trouver par là l'angle obtus BCA , je me suis imaginé une sphere, ayant son centre en C , & dans sa superficie un triangle spherique, formé par l'interfection des trois plans qui comprennent l'angle solide C . Dans ce triangle equilateral, qui soit ABF dans cette autre figure, je voyois que chacun des



angles devoit estre de 105 degrez, sçavoir egal à l'angle OCN ; & que chacun des costez estoit d'autant de degrez que l'angle ACB , ACF , ou BCF . Ayant donc mené l'arc FQ perpendiculaire sur le costé AB , qu'il divise également en Q , le triangle FQA avoit l'angle Q droit, l'angle A de 105 degrez, & F de la moitié autant, sçavoir de 52 degrez, 30 min. d'où se

trouve l'hypothénuse AF de 101 deg. 52 min. Et cet arc AF est la mesure de l'angle ACF dans la figure du cristal.

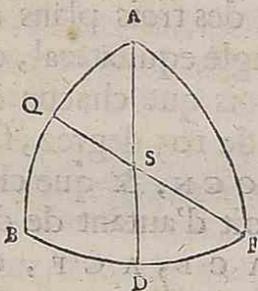
Dans la mesme figure, si le plan $CGHF$ coupe le cristal en sorte, qu'il divise les angles obtus ACB , MFV par le milieu; il a esté dit, au Nombre 10, que l'angle CFH est de 70 degrez, 57 min. Ce qui se demontre encore facilement dans le mesme triangle spherique ABF ; où il paroît que l'arc FQ est d'autant de degrez que l'angle GCF dans le cristal, duquel le complement à deux droits est l'angle CFH . Or l'arc FQ se trouve de 109 deg. 3 min. Donc son complement, 70 deg. 57 min. est l'angle CFH .

Il a esté dit N^o. 26, que la droite CS , qui dans la prece-

N

den-

dente figure est CH , estant l'axe du cristal, c'est-à-dire également inclinée aux trois costez CA , CB , CF , l'angle GCH est de 45 degr. 20 min. Ce qui se calcule encore facilement par le mesme triangle spherique. Car en tirant l'autre arc AD , qui coupe BF également, & FQ en s , ce point sera le centre de ce triangle: & il est aisé de voir que l'arc sQ est la mesure de l'angle



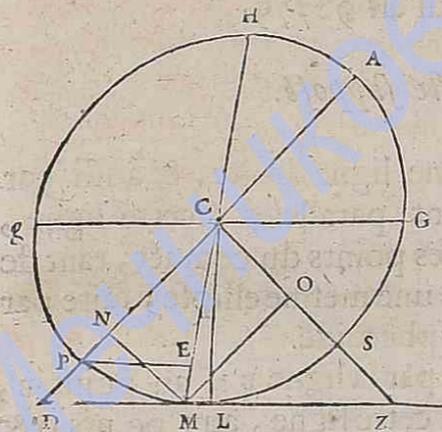
GCH , dans la figure qui represente le cristal. Or dans le triangle QAS , qui est rectangle, l'on connoit aussi l'angle A , qui est de 52 degr. 30 min. & le costé AQ de 50 degr. 56 min. d'où se trouve le costé sQ de 45 degr. 20 min.

Au Nombre 27, il faut montrer que PMS estant une ellipse dont le centre est c , & qui touche la droite MD en M , en sorte que l'angle MCL , que fait CM avec CL , perpendiculaire sur DM , soit de 6 deg. 40 min. & son demi petit diametre CS faisant avec CG , parallele à MD , un angle GCS de 45 degr. 20 min. il faut montrer, dis je, que CM estant de 100000 parties, PC , demi grand diametre de cette ellipse, est de 105032, & CS , demi petit diametre, de 93410.

Soient CP , CS prolongées, & qu'elles rencontrent la tangente DM en D & Z ; & du point de contact M soient menées MN , MO perpendiculaires sur CP , CS . Maintenant parce que les angles SCP , GCL sont droits, l'angle PCL sera egal à GCS , qui estoit de 45 degr. 20 min. Et ostant l'angle $LCEM$, qui est de 6 degr. 40 min. de LCP 45 degr. 20 min. reste MCP de 38 degr. 40 min. Considerant donc CM comme rayon de 100000 parties, MN , sinus de 38 deg. 40 min. sera 62479. Et dans le triangle rectangle MND , MN sera à ND comme le rayon des Tables à la tangente de 45 degr. 20 min, parce que l'angle

NMD

NMD est egal à DCL ou GCS : c'est-à-dire comme 100000 à 101170; d'où vient ND 63210. Mais NC est de 78079 des mesmes parties dont CM est 100000, parce que NC est sinus du complement de l'angle MCP , qui estoit de 38 degr. 40 minutes. Donc toute la DC est de 141289; & CP , qui est moyene proportionnelle entre DC & CN parce que MD touche l'Ellipse, sera 105032.



De mesme, parce que l'angle OMZ est egal à CDZ , ou LCZ , qui est de 44 degr. 40 min. estant le complement de GCS , il s'en suit que, comme le rayon des Tables à la tangente de 44°, 40', ainsi sera OM 78079, à OZ 77176. Mais OC est de 62479 de ces mesmes parties dont CM est 100000, parce qu'elle est egal à MN , sinus de l'angle MCP de 38°. 40'. Donc toute la CZ est 139655; & CS , qui est moyene proportionnelle entre CZ , CO , sera 93410.

Au mesme endroit on a dit que CG se trouve de 98779 parties. Pour le demontrer, soit dans la mesme figure menée PE parallele à DM , & qui rencontre CM en E . Dans le triangle rectangle CLD , le costé CL est 99324, (CM estant 100000) parce que CL est sinus du complement de l'angle $LCEM$, de 6°. 40'. Et puisque l'angle LCE est de 45°. 20', pour estre egal à GCS , l'on rrouvera le costé LD 100486: d'où ostant ML 11609, restera MD 88877. Or comme CD , qui estoit 141289, à DM 88877, ainsi CP 105032, à PE 66070. Mais comme le rectangle MEH , ou bien la difference des quarez CM , CE , au quarré MC , ainsi est le quarré PE au quarré CG ; donc aussi comme la difference des quarez DC , CP au quarré de CD ,

N 2

ainsi

ainsi le quarré PE au quarré GC . Mais DP , CP & PE sont con-
nues: on connoit donc aussi GC , qui est 98779.

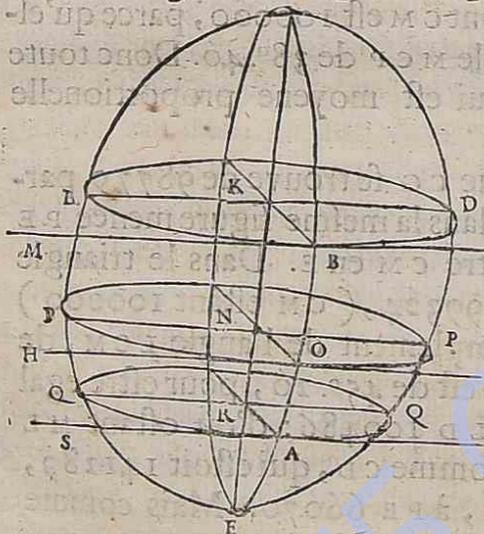
Lemme qui a esté supposé.

Si un spherode est touché par une ligne droite, & aussi par deux ou plusieurs plans qui soient paralleles à cette ligne, quoyque non pas entre eux; tous les points du contact, tant de la ligne que des plans, seront dans une mesme ellipse, faite par un plan qui passe par le centre du spherode.

Soit le spherode LEB touché par la ligne BM au point B , & aussi par des plans, paralleles à cette ligne, aux points O & A . Il faut démontrer que les points B , O , & A sont dans une mesme Ellipse, faite dans le spherode par un plan qui passe par son centre.

Par la ligne BM & par les points O , A , soient menés des plans paralleles entre eux, qui, en coupant le spherode, fassent les ellipses $LB D$, POP , QAQ ; qui seront toutes semblables, & semblablement posées, & auront leurs centres K , N , R , dans un mesme diametre du spherode, qui sera aussi diametre de l'ellipse faite par la section du plan qui passe par le centre du spherode, & qui coupe les plans des trois susdites Ellipses à angles droits;

car tout cela est manifeste par la prop. 15, du livre des Conoides & Spherodes d'Archimede. De plus, les deux der-
niers



niers plans, qui ont esté menez par les points O , A , seront aussi, en coupant les plans qui touchoient le spherode en ces mesmes points, des lignes droites, comme OH , AS , qui seront, comme il est aisé de voir, paralleles à BM ; & toutes les trois, BM , OH , AS toucheront les Ellipses $LB D$, POP , QAQ dans ces points B , O , A ; puisqu'elles sont dans les plans de ces ellipses, & en mesme temps dans des plans qui touchent le spherode. Que si maintenant de ces points B , O , A , l'on mene des droites BK , ON , AR par les centres des mesmes ellipses, & que par ces centres l'on mene aussi les diametres LD , PP , QQ , paralleles aux touchantes BM , OH , AS : ces diametres seront les conjuguez des susdits BK , ON , AR . Et parce que les trois ellipses sont semblables, & semblablement posées, & qu'elles ont leurs diametres LD , PP , QQ paralleles, il est certain que leurs diametres conjuguez BK , ON , AR seront aussi paralleles. Et les centres K , N , R estant, comme il a esté dit, dans un mesme diametre du spherode, ces paralleles BK , ON , AR seront necessairement dans un mesme plan, qui passe par ce diametre du spherode: & par consequent les points B , O , A dans une mesme ellipse faite par l'intersection de ce plan. Ce qu'il falloit prouver. Et il est manifeste que la demonstration seroit la mesme, si, outre les points O , A , il y en avoit d'autres, dans lesquels le spherode fust touché par des plans paralleles à la droite BM .

CHAPITRE VI.

DES FIGURES DES CORPS DIAPHANES

Qui servent à la Refraction, & à la Reflexion.

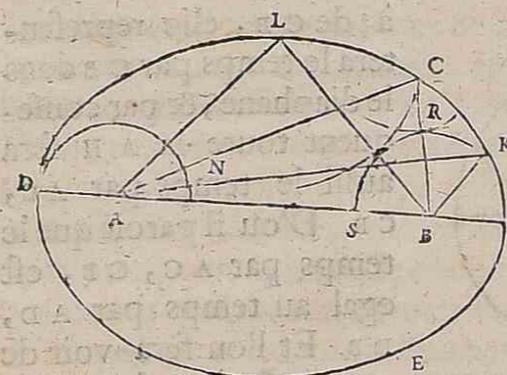
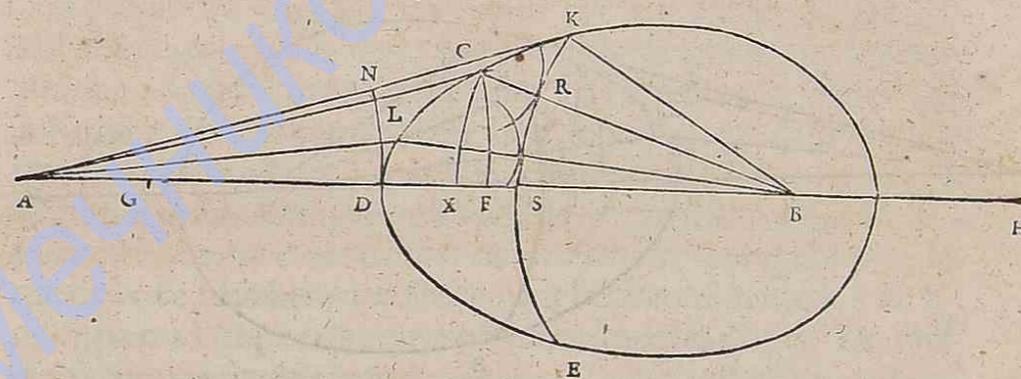
Après avoir expliqué comment les proprietéz de la reflexion, & de la refraction s'ensuivent de ce que nous avons

posé touchant la nature de la lumiere, & des corps opaques, & diaphanes; je feray voir icy une maniere fort aisée & naturelle, pour deduire, des mesmes principes, les veritables figures qui servent, ou par reflexion, ou par refraction, à assembler, ou à disperser les rayons de lumiere, selon que l'on desire. Car encore que je ne voye pas qu'il y ait moyen de se servir de ces figures en ce qui est de la Refraction; tant à cause de la difficulté de former selon elles les verres de Lunette dans la justesse requise, que parce qu'il y a dans la refraction mesme une propriété qui empesche le parfait concours des rayons, comme M^r. Neuton a fort bien prouvé par les experiences; je ne laisseray pas d'en rapporter l'invention, puis qu'elle s'offre, pour ainsi dire, d'elle mesme, & qu'elle confirme encore nostre Theorie de la refraction, par la convenance qui se trouve icy entre le rayon rompu, & reflechi. Outre qu'il se peut faire qu'on y decouvre à l'avenir des utilitez que l'on ne voit pas presentement.

Pour venir donc à ces figures, posons premierement que l'on veuille trouver une surface CDE , qui assemble les rayons, venans d'un point A , à un autre point B : & que le sommet de la surface soit le point D , donné dans la droite AB . Je dis que, soit par reflexion, ou par refraction, il faut seulement faire cette surface telle, que le chemin de la lumiere, depuis le point A jusqu'à tous les points de la ligne courbe CDE , & de ceux cy au point du concours; comme est icy le chemin par les droites AC , CB , par AL , LB , & par AD , DB ; se fasse par tout dans des temps egaux: par où l'invention de ces courbes devient fort aisée.

Car pour ce qui est de la surface reflechissante, puisque la somme des lignes AC , CB doit estre egale à celle des AD , DB , il paroît que CDE doit estre une ellipse; & pour la refraction, ayant supposé la proportion des vitesses des ondes de lumiere, dans les diaphanes A & B , connue, par ex. De 3 à 2 (qui est la mes-

mesme, comme nous avons montré, que la proportion des Sinus dans la refraction) il faut seulement mettre DH egale

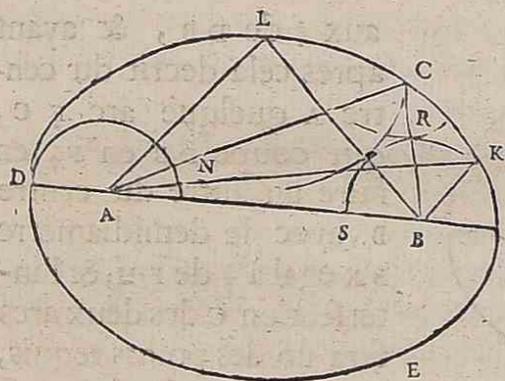
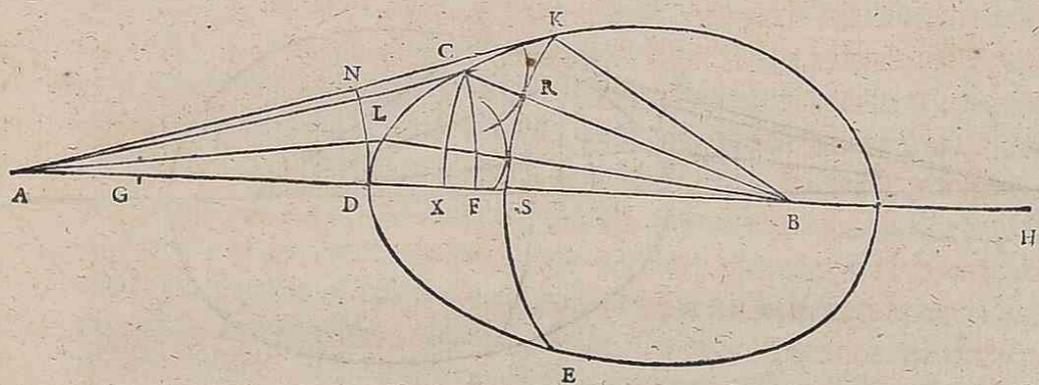


aux $\frac{1}{2}$ de DB , & ayant apres cela decrit du centre A quelque arc FC , qui coupe DB en F , en faire un autre du centre B , avec le demidiambre Bx egal à $\frac{2}{3}$ de FH ; & l'interfection C des deux arcs sera un des points requis, par où la courbe doit passer.

Car ce point estant trouvé de la sorte, il est aisé premierement de faire voir que le temps par AC , CB , sera egal au temps par AD , DB .

Car prenant que la ligne AD represente le temps qu'employe la lumiere à passer cette mesme AD dans l'air; il est evident que DH , egale à $\frac{1}{2}$ de DB , representera le temps de la lumiere par DB dans le diaphane, parce qu'il luy faut icy d'autant plus de temps, que son mouvement est plus lent. Partant toute la AH sera

sera le temps par $A D$, $D B$. De mesme la ligne $A C$, ou $A F$, représentera le temps par $A C$; & $F H$ estant par la construction egale



à $\frac{1}{2}$ de $C B$, elle représentera le temps par $C B$ dans le diaphane; & par conséquent toute la $A H$ sera aussi le temps par $A C$, $C B$. D'où il paroît que le temps par $A C$, $C B$, est égal au temps par $A D$, $D B$. Et l'on fera voir de mesme, si L & K sont d'au-

tres points dans la courbe $C D E$, que les temps par $A L$, $L B$, & par $A K$, $K B$ sont tousjours representez par la ligne $A H$, & partant egaux au dit temps par $A D$, $D B$.

Pour demonstrier ensuite que les surfaces, que ces courbes feront par leur circonvolution, dirigeront tous les rayons qui viennent sur elles du point A , en sorte qu'ils tendent vers B ; soit supposé le point K dans la courbe, plus loin de D que n'est C ; mais en sorte que la droite $A K$ tombe sur la courbe, qui sert à la

à la refraction, en dehors; & du centre B soit décrit l'arc $K S$, coupant $B D$ en s , & la droite $C B$ en R ; & du centre A l'arc $D N$, rencontrant $A K$ en N .

Puisque les sommes des temps par $A K$, $K B$, & par $A C$, $C B$ sont egales; si le de la premiere somme l'on oste le temps par $K B$, & de l'autre le temps par $R B$; il restera le temps par $A K$ egal au temps par ces deux, $A C$, $C R$. Partant dans le temps que la lumiere est venue par $A K$, elle sera aussi venue par $A C$, & de plus il se fera fait une onde spherique particuliere dans le diaphane, du centre C , & dont le demidiametre sera egal à $C R$; laquelle onde touchera necessairement la circonference $K S$ en R , puisque $C B$ coupe cette circonference à angles droits. De mesme ayant pris quelque'autre point L dans la courbe, l'on montrera que dans le mesme temps du passage de la lumiere par $A K$, elle sera aussi venue par $A L$, & que de plus il se fera fait une onde particuliere du centre L , qui touchera la mesme circonference $K S$. Et ainsi de tous les autres points de la courbe $C D E$. Donc, au moment que la lumiere sera arrivée en K , l'arc $K R S$ terminera le mouvement qui s'est repandu de A sur $D C K$. Et ainsi ce mesme arc sera, dans le diaphane, la propagation de l'onde emanée du point A ; laquelle onde on se peut représenter par l'arc $D N$, ou par quelque'autre plus prez du centre A . Mais tous les endroits de l'arc $K R S$ sont en suite etendus suivant des droites qui luy sont perpendiculaires, c'est-à-dire qui tendent au centre B (car cela se demontre de mesme que nous avons prouvé cy dessus que les endroits des ondes spheriques s'etendent suivant des droites qui viennent de leur centre) & ces progres des endroits des ondes sont les rayons mesmes de lumiere. Il paroît donc que tous ces rayons tendent icy au point B .

On pourroit aussi trouver le point C & tous les autres, dans cette courbe qui sert à la refraction, en divisant $D A$ en G en sorte que $D G$ soit $\frac{1}{2}$ de $D A$, & décrivant du centre B

O

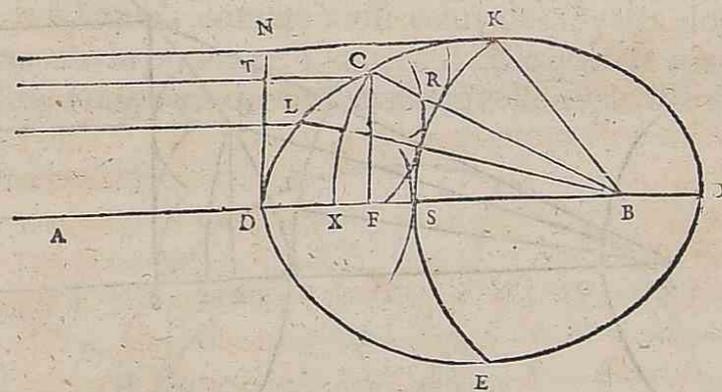
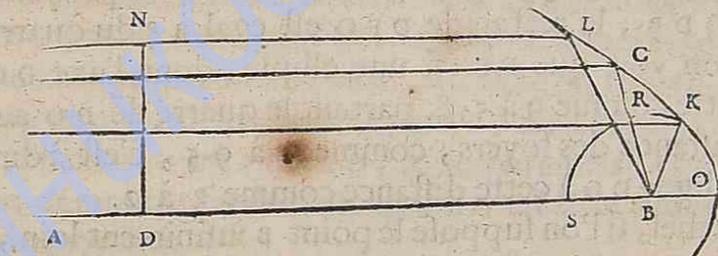
quel-

quelqu'arc Cx qui coupe Bd en x , & un autre du centre A avec le demidiambre Af égal à $\frac{1}{2}$ de Gx : ou bien ayant décrit, comme auparavant, l'arc Cx , il ne falloit que faire Df égal à $\frac{1}{2}$ de Dx , & du centre A tracer l'arc Fc : car ces deux constructions, comme l'on peut facilement connoître, reviennent à la première qu'on a veüe cy devant. Et il est encore manifeste par la dernière, que cette courbe est la mesme que celle que M^r. Des Cartes a donnée dans sa Geometrie, & qu'il nomme la première de ses Ouales.

Il n'y a qu'une partie de cette ovale qui sert à la refraction; sçavoir, si $A\kappa$ est supposée la tangente, ce sera la partie $D\kappa$, dont le terme est κ . Quant à l'autre partie, Des Cartes a remarqué qu'elle serviroit aux réflexions, s'il y avoit quelque matiere de miroir de telle nature, que par elle la force des rayons (nous dirons la vitesse de la lumiere, ce qu'il n'a pû dire par ce qu'il veut que le mouvement s'en fasse dans un instant) fust augmentée dans la proportion de 3 à 2. Mais nous avons montré que, dans nostre maniere d'expliquer la reflexion, cela ne peut provenir de la matiere du miroir, & qu'il est entierement impossible.

De ce qui a esté démontré de cette ovale, il sera aisé de trouver la figure qui sert à assembler vers un point les rayons incidens paralleles. Car en supposant toute la mesme construction, mais le point A infiniment distant, ce qui donne des rayons paralleles, nostre ovale devient une vraie Ellipse; dont la construction ne differe en rien de celle de l'ovale, sinon que Fc est icy une ligne droite, perpendiculaire à $D\kappa$, qui auparavant estoit un arc de cercle. Car l'onde de lumiere Dn , étant de mesme représentée par une ligne droite, l'on fera voir que tous les points de cette onde, s'étendant jusqu'à la surface κD par des paralleles à $D\kappa$, s'avanceront ensuite vers le point B , & y arriveront en mesme temps. Pour l'Ellipse qui servoit à la reflexion, il est manifeste qu'elle devient icy une parabole, puis qu'on

qu'on considere son foyer A infiniment distant de l'autre B ; qui est icy le foyer de la parabole, auquel tendent toutes les refle-



xions des rayons paralleles à AB . Et la demonstration de ces effets est toute la mesme que la precedente.

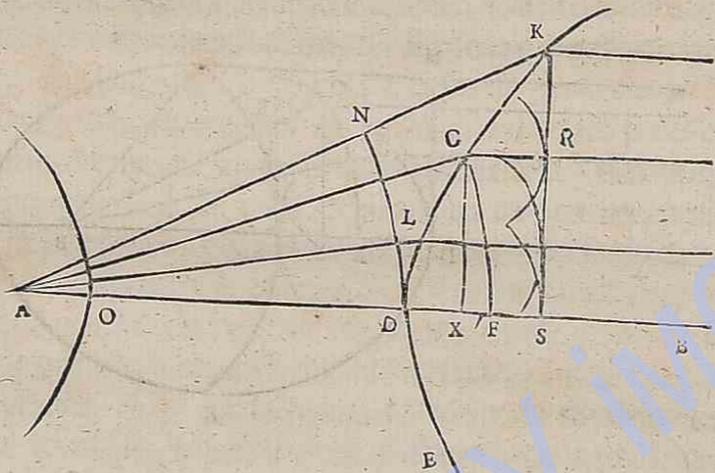
Mais que cette ligne courbe CDE , qui sert à la refraction, est une Ellipse, & telle dont le grand diametre est à la distance de ses foyers comme 3 à 2, qui est la proportion de la refraction, on le trouve facilement par le calcul d'Algebre. Car DB , qui est donnée, étant nommée a ; la perpendiculaire DT indéterminée x ; & TC , y ; FB sera $a-y$; $CB \sqrt{xx + aa - 2ay + yy}$. Mais la nature de la courbe est telle, que $\frac{2}{3} TC$ avec CB est égale

O 2

à DB ,

à $D B$, comme il a esté dit dans la dernière construction : donc l'équation sera entre $\frac{1}{2} y + \sqrt{xx + aa} - 2ay + yy$ & a , qui étant réduite, vient $\frac{1}{2} ay - yy$ égal à $\frac{1}{2} xx$: c'est à dire qu'ayant fait $D O$ égale à $\frac{1}{2} D B$, le rectangle $D F O$ est égal à $\frac{1}{2}$ du quarré de $F C$. D'où l'on voit que $D C$ est une ellipse, dont l'axe $D O$ est au parametre comme 9 à 5 ; & partant le quarré de $D O$ au quarré de la distance des foyers, comme 9 à 9-5, c'est à dire 4 ; & enfin la ligne $D O$ à cette distance comme 3 à 2.

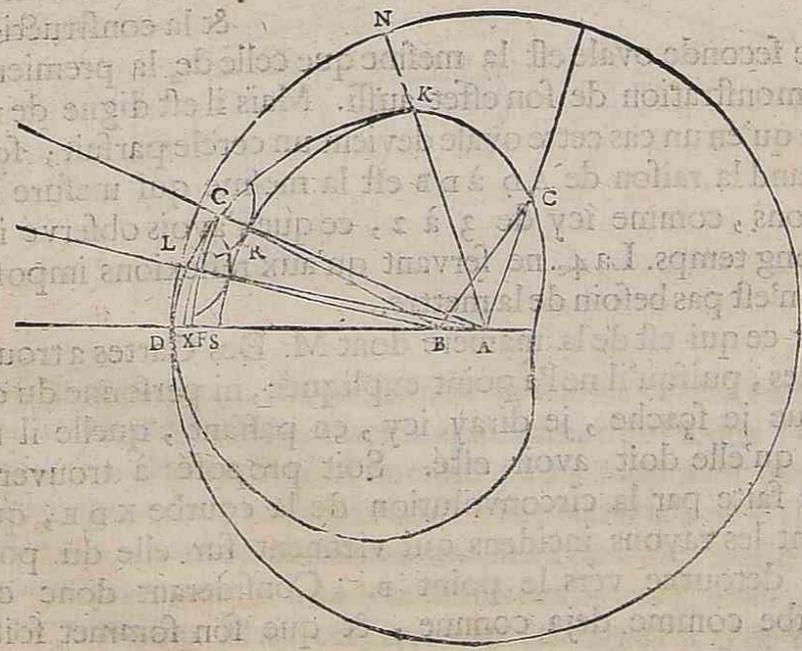
Derechef, si l'on suppose le point B infiniment loin, au lieu de nostre première ovale, nous trouverons que $C D E$ est la véritable Hyperbole ; qui fera que les rayons, qui viennent



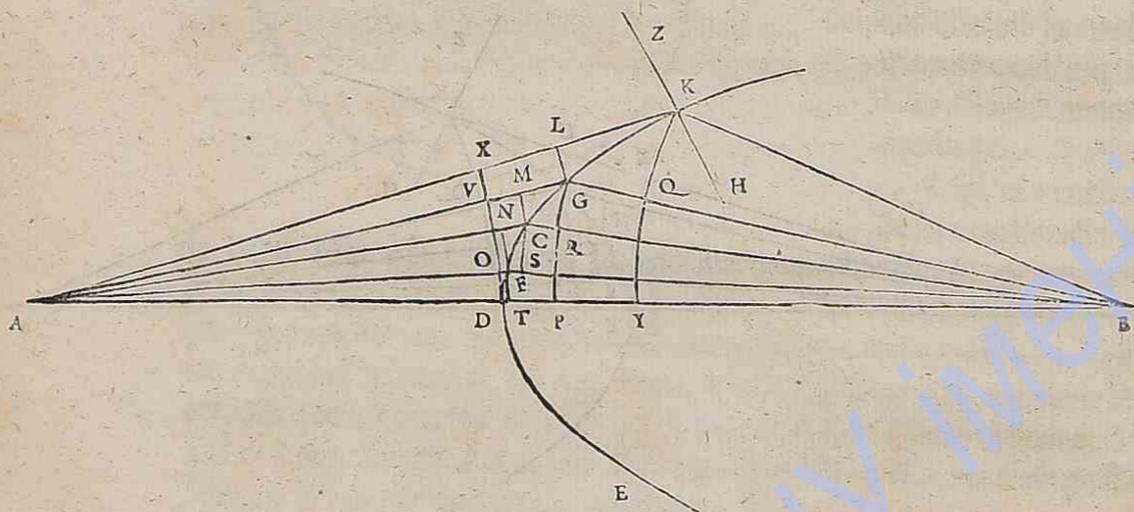
du point A , deviendront parallèles. Et par conséquent aussi, que ceux qui sont parallèles dans le corps transparent, s'assembleront au dehors au point A . Or il faut remarquer que $C X$ & $K S$ deviennent des lignes droites perpendiculaires à $B A$, par ce qu'elles representent des arcs de cercles dont le centre B est infiniment distant. Et que l'intersection de la perpendiculaire $C X$ & de l'arc $F C$ donnera le point C , un de ceux par où la courbe doit

doit passer. Qui fera en sorte que toutes les parties de l'onde de lumière $D N$, venant à rencontrer la surface $K D E$, s'avanceront de la part des parallèles à $K S$, & arriveront à cette droite en mesme temps ; dont la démonstration est encore la mesme que celle qui a serui dans la première ovale. Au reste on trouve, par un calcul aussi aisé que le précédent, que $C D E$ est icy une hyperbole dont l'axe $D O$ est $\frac{1}{2}$ de $A D$, & le parametre égal à $A D$. D'où l'on demontre facilement que $D O$ est à la distance des foyers comme 3 à 2.

Ce sont icy les deux cas ou les sections Coniques servent à la refraction, & les mesmes qu'explique Des Cartes dans sa Dioptrique : qui a trouvé le premier l'usage de ces lignes en ce qui est de la refraction, comme aussi celui des Ouales dont nous avons déjà mis la première. L'autre est celle qui sert aux rayons qui tendent à un point donné ; dans laquelle ovale si le sommet



prenant GK pour rayon du cercle. Donc LK à GQ devoit estre comme 3 à 2; & par la mesme raison MG à CR , NC à FS , OF à DT . Donc aussi la somme de toutes les antecedentes à toutes les consequentes estoit comme 3 à 2. Or en prolongeant l'arc DO , jusqu'à ce qu'il rencontre AK en X , KX est la somme des antecedentes. Et prolongeant l'arc KQ , jusqu'à ce qu'il rencontre AD en Y , la somme des consequentes est DY . Donc KX à DY devoit estre comme 3 à 2. D'ou paroissoit que la courbe KDE estoit de telle nature, qu'ayant mené de quelque point qu'on y eut pris, comme K , les droites KA , KB , l'excez dont AK sur-



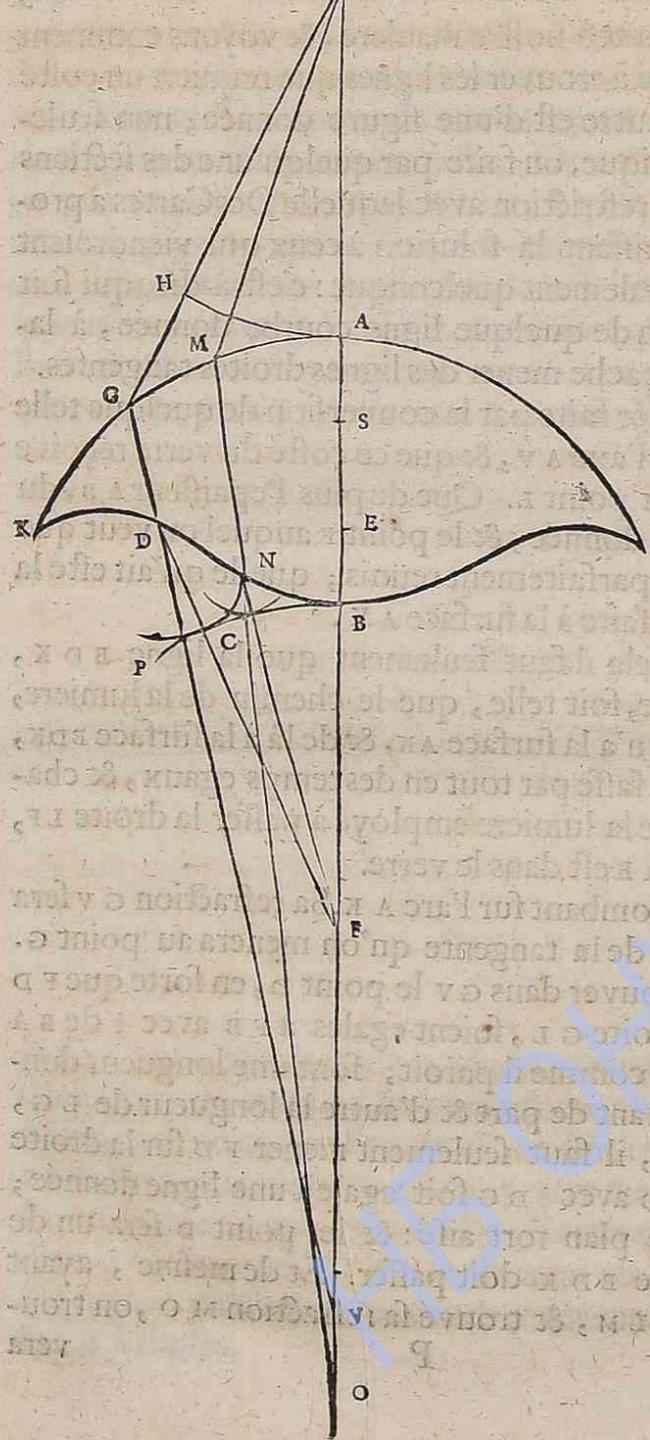
passé AD , est à l'excez de DB sur KB , comme 3 à 2. Car on peut demonstrier de mesme, en prenant dans la courbe quelque autre point, comme G , que l'excez de AG sur AD , sçavoir VG , à l'excez de BD sur DG , sçavoir DP , est dans cette mesme raison de 3 à 2. Et suivant cette propriété Mr. Des Cartes a construit ces courbes dans sa Geometrie, & il a facilement reconnu que, dans les cas des rayons paralleles, ces courbes devenoient des Hyperboles, & des Ellipses. Reve-

Revenons maintenant à nostre maniere, & voyons comment elle conduit sans peine à trouver les lignes que requiert un costé du verre, lorsque l'autre est d'une figure donnée; non seulement plane ou spherique, ou faite par quelque'une des sections Coniques (qui est la restriction avec laquelle Des Cartes a proposé ce probleme, laissant la solution à ceux qui viendroient après luy) mais generalement quelconque: c'est-à-dire qui soit faite par la revolution de quelque ligne courbe donnée, à laquelle seulement on sçache mener des lignes droites tangentes.

Soit la figure donnée faite par la conversion de quelque telle courbe AK autour de l'axe AV , & que ce costé du verre reçoive des rayons venans du point L . Que de plus l'epaisseur AB , du milieu du verre, soit donnée, & le point F auquel on veut que les rayons soient tous parfaitement réunis; quelle qu'ait esté la premiere refraction, faite à la surface AK .

Je dis que pour cela il faut seulement que la ligne BDK , qui fait l'autre surface, soit telle, que le chemin de la lumiere, depuis le point L jusqu'à la surface AK , & de là à la surface BDK , & de là au point F , se fasse par tout en des temps egaux, & chacun egal au temps que la lumiere employe à passer la droite LF , de laquelle la partie AB est dans le verre.

Soit LG un rayon tombant sur l'arc AK . Sa refraction Gv sera donnée par le moyen de la tangente qu'on menera au point G . Maintenant il faut trouver dans Gv le point D , en sorte que FD avec $\frac{1}{2}$ de DG & la droite GL , soient egales à FB avec $\frac{1}{2}$ de BA & la droite AL ; qui comme il paroît, font une longueur donnée. Ou bien, en ôtant de part & d'autre la longueur de LG , qui est aussi donnée, il faut seulement mener FD sur la droite vG , en sorte que FD avec $\frac{1}{2}$ de DG soit egale à une ligne donnée; qui est un probleme plan fort aisé: & le point D sera un de ceux par où la courbe BDK doit passer. Et de mesme, ayant mené un autre rayon LM , & trouvé sa refraction Mo , on trou-



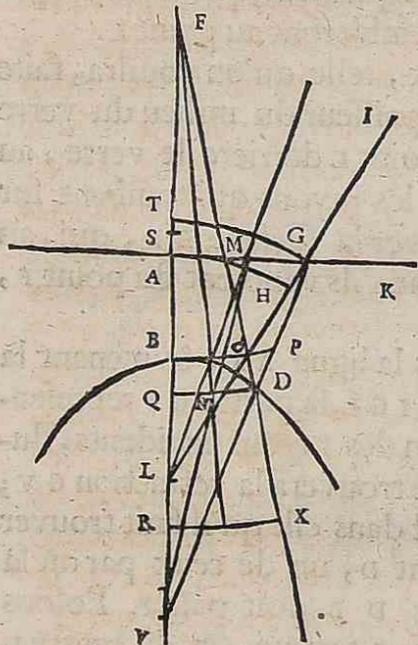
vera dans cette ligne le point N ; & ainsi tant qu'on en voudra.

Pour demonstrier l'effet de la courbe, soit du centre L décrit l'arc de cercle AH, coupant LG en H, & du centre F l'arc BP ; & soit dans AB prise AS égale à $\frac{2}{3}$ HG, & SE égale à GD. Considerant donc AH comme une onde de lumiere, sortie du point L, il est certain que pendant que son endroit H sera arrivé en G, l'endroit A ne sera avancé dans le corps diaphane que par AS ; car je suppose, comme dessus, la proportion de la refraction comme 3 à 2. Or nous sçavons que l'endroit d'onde qui est tombé sur G, s'avance de là par la ligne GD, puisque GV est la

est la refraction du rayon LG. Donc dans le temps que cet endroit d'onde est venu de G en D, l'autre qui estoit en S est arrivé en E, puisque GD, SE sont égales. Mais pendant que celui cy avancera de E en B, l'endroit d'onde, qui estoit en D, aura repandu dans l'air son onde particuliere, dont le demidiame tre DC (supposant que cette onde coupe en C la droite DF) sera $\frac{2}{3}$ de EB, puisque la vitesse de la lumiere hors du diaphane est à celle de dedans comme 3 à 2. Or il est aisé de montrer que cette onde touchera dans ce point C l'arc BP. Car puisque, par la construction, $FD + \frac{1}{2} DG + GL$, sont égales à $FB + \frac{1}{2} BA + AL$; en ostant les égales LH, LA, il restera $FD + \frac{1}{2} DG + GH$, égales à $FB + \frac{1}{2} BA$. Et Derechef, ostant d'un costé GH, & de l'autre costé $\frac{1}{2} AS$, qui sont égales, il restera FD avec $\frac{1}{2} G$, égale à FB avec $\frac{1}{2}$ de BS. mais $\frac{1}{2}$ de DG sont égales à $\frac{1}{2}$ de ES ; donc FD est égale à FB avec $\frac{1}{2}$ de BE. Mais DC estoit égale à $\frac{1}{2}$ de EB ; donc ostant de costé & d'autre ces longueurs égales, restera CF égale à FB ; & ainsi il paroît que l'onde, dont le demidiame tre est DC, touche l'arc BP au moment que la lumiere, venue du point L, est arrivée en B par la droite LB. l'on demonstiera de mesme, que dans ce mesme moment, la lumiere, venue par tout autre rayon, comme LM, MN, aura repandu du mouvement qui est terminé par l'arc BP. D'où s'ensuit, comme il a esté dit souvent, que la propagation de l'onde AH, après avoir passé l'épaisseur du verre, sera l'onde spherique BP : de laquelle tous les endroits doivent s'avancer par des lignes droites, qui sont les rayons de lumiere, au centre F. Ce qu'il falloit demonstrier. On trouvera de mesme ces lignes courbes dans tous les cas que l'on peut proposer, comme on verra assez par un ou deux exemples que j'ajouteray.

Soit donnée la surface du verre AK, faite par la revolution de la ligne AK, courbe ou droite, autour de l'axe BA. Soit aussi donné dans l'axe le point L, & BA l'épaisseur du verre, & qu'il

Il faut donc que l'onde TG , après avoir passé le verre, forme l'onde QD ; & pour cela je vois que le temps de la lumière par GD au dedans du verre, doit être égal à celui par ces trois TA , AB , & BQ , dont la seule AB est aussi dans le verre. Ou bien,

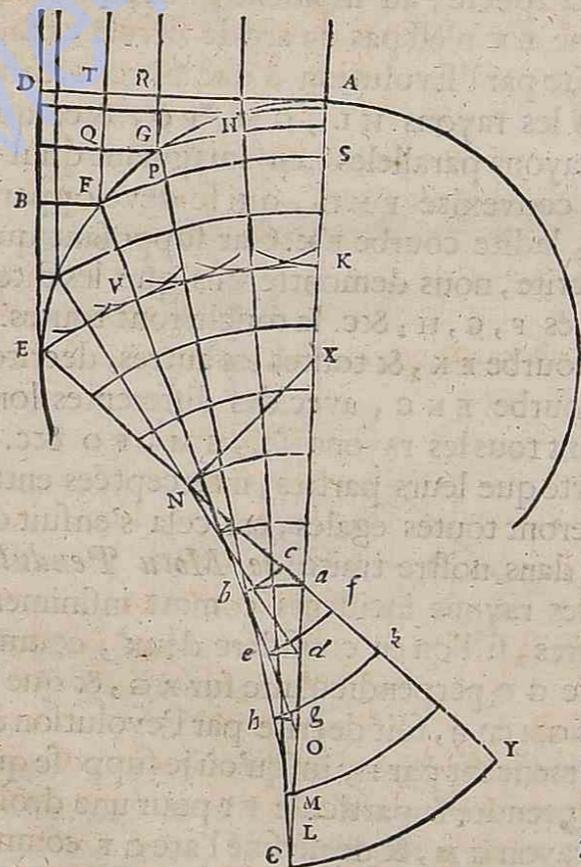


ayant pris AS égale à $\frac{1}{2} AT$, je vois que $\frac{1}{2} GD$ doivent être égales à $\frac{1}{2} SB + BQ$; & en ôtant l'un & l'autre de FD ou FQ , que FD moins $\frac{1}{2} GD$, doit être égale à FB moins $\frac{1}{2} SB$. Laquelle dernière différence est une longueur donnée: & il ne faut que, du point donné F , mener la droite FD sur VG , en sorte que cela se trouve ainsi. Qui est un problème tout semblable à celui qui sert à la première de ces constructions, où $FD + \frac{1}{2} GD$ devoit être égale à une longueur donnée.

Dans la démonstration il y a à observer que, l'arc BC tombant au dedans du verre, il faut concevoir un arc qui luy soit concentrique RX , au delà de QD ; & après qu'on aura montré que l'endroit G de l'onde GT arrive en même temps en D , que l'endroit T arrive en Q , ce qui se déduit facilement de la construction, il sera évident ensuite, que l'onde particulière, engendrée du point D , touchera l'arc RX , au moment que l'endroit Q sera venu en R , & qu'ainsi cet arc terminera en même instant le mouvement qui vient de l'onde TG ; d'où se conclut le reste.

Ayant montré l'invention de ces lignes courbes qui servent au parfait concours des rayons, il reste à expliquer une chose

se notable touchant la refraction inordonnée des surfaces sphériques, planes, & autres; laquelle, étant ignorée, pourroit causer quelque doute touchant ce que nous avons dit plusieurs fois, que les rayons de lumière sont des lignes droites, qui coupent les ondes, qui s'en repandent, à angles droits. Car les rayons qui tombent parallèles, par exemple, sur une surface sphérique APE , s'entre coupent, après leur refraction, en des points différents, comme représente cette figure; quelles pourront



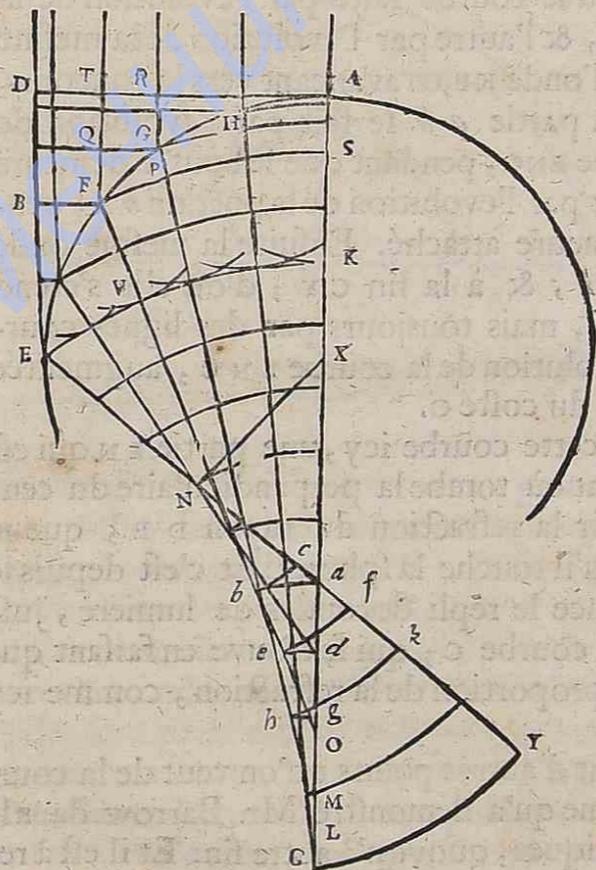
venons de voir la construction.

être les ondes de lumière dans ce diaphane, qui soient coupées à angles droits par les rayons convergents? car elles ne sauroient être sphériques; & que deviendront ces ondes après que lesdits rayons commencent à s'entre couper? L'on verra, dans la solution de cette difficulté, qu'il se passe en ceci quelque chose de fort remarquable, & que les ondes ne laissent pas de subsister toujours; quoy qu'elles ne passent pas entières, comme à travers les verres composés, dont nous

Selon ce qui a esté montré cy dessus, la droite AD , qui du sommet de la sphere est menée perpendiculaire à son axe auquel les rayons viennent paralleles, represente l'onde de lumiere; & dans le temps que son endroit D fera parvenu à la surface spherique AGE en E , ses autres parties auront rencontré la mesme surface en F, G, H &c. & auront encore formé des ondes spheriques particulieres, dont ces points sont les centres. Et la surface $E K$, que toutes ces ondes toucheront, sera la propagation de l'onde AD dans la sphere, au moment que l'endroit D est venu en E . Or la ligne $E K$ n'est pas un arc de cercle, mais c'est une ligne courbe faite par l'Evolution d'une autre courbe ENC , qui touche tous les rayons HL, GM, FO , &c. qui sont les refractions des rayons paralleles; en imaginant qu'il y ait un fil couché sur la convexité ENC , qui se developpant decrive, avec le bout E , ladite courbe $E K$. Car supposant que cette courbe est ainsi decrite, nous demontrons que les dites ondes formées des centres F, G, H , &c. la toucheront toutes.

Il est certain que la courbe $E K$, & toutes les autres, decrites par l'evolution de la courbe ENC , avec des differentes longueurs du fil, couperont tous les rayons HL, GM, FO &c. à angles droits, & en sorte que leurs parties, interceptées entre deux telles courbes, seront toutes egales, car cela s'ensuit de ce qui a esté démontré dans nostre traité *de Motu Pendulorum*. Or imaginant les rayons incidents comme infiniment proches les uns des autres, si l'on en considere deux, comme RG, TF , & qu'on mene GQ perpendiculaire sur RG , & que la courbe FS , qui coupe GM en P , soit decrite par l'evolution de la courbe NC , en commençant par F , jusqu'où je suppose que le fil s'étend; on peut prendre sa particule FP pour une droite perpendiculaire sur le rayon GM , & de mesme l'arc GF comme une ligne droite. Mais GM estant la refraction du rayon RG , & FP estant perpendiculaire sur elle, il faut que QF soit à GP comme

comme 3 à 2, c'est-à-dire dans la proportion de la refraction; comme il a esté montré cy dessus en expliquant l'invention de Des Cartes. Et la mesme chose arrive dans tous les petits arcs GH, HA , &c. Sçavoir que, dans les quadrilateres qui les



enferment, le costé parallele à l'axe est à son opposé comme 3 à 2. Donc aussi comme 3 à 2, ainsi sera la somme des uns à la somme des autres, c'est-à-dire TF à AS , & DE à AK , & BE à SK ou V , en supposant que V est l'interfection de la courbe $E K$ & du rayon FO . Mais, faisant FB perp. sur DE , comme 3 à 2 ainsi est encore BE au demidiametre de l'onde spherique emanée du point F , pendant que la lumiere hors du diaphane a passé l'espace BE ; donc il paroît que cette onde coupera le

rayon FM au mesme point V , où il est coupé à angles droits par la courbe $E K$, & que partant l'onde touchera cette courbe. L'on prouvera de la mesme maniere qu'il en est ainsi de toutes les autres ondes susdites, nées des points G, H , &c. sçavoir qu'elles toucheront la courbe $E K$, dans le mo-

Q

ment

ment que l'endroit D de l'onde ED sera parvenu en E .

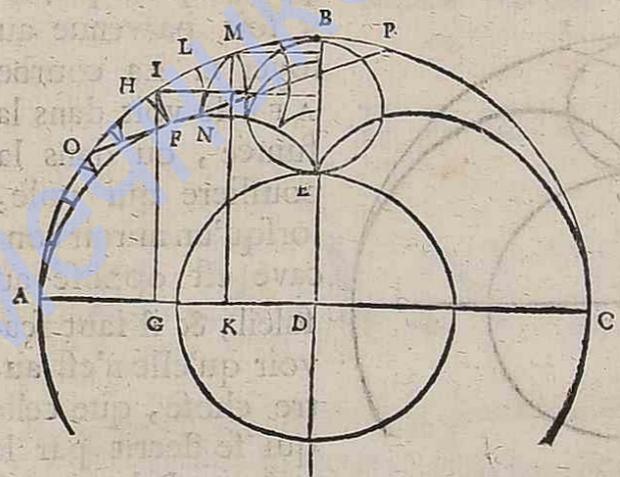
Pour dire maintenant ce que deviennent ces ondes, apres que les rayons commencent à se croiser: c'est que de là elles se replient, & sont composées de deux parties qui tiennent ensemble, l'une estant une courbe faite par l'evolution de la courbe ENC en un sens, & l'autre par l'evolution de la mesme dans l'autre sens. Ainsi l'onde KE , en avançant vers le concours, devient abc , dont la partie ab se fait par l'evolution de bc , portion de la courbe ENC , pendant que le bout c demeure attaché; & la partie bc par l'evolution de la portion bE , pendant que le bout E demeure attaché. Ensuite la mesme onde devient def ; puis ghk ; & à la fin $c\gamma$; d'où elle s'étend ensuite sans aucun repli, mais toujours par des lignes courbes, qui se font de l'evolution de la courbe ENC , augmentée de quelque ligne droite du costé c .

Il y a mesme, dans cette courbe icy, une partie EN qui est droite, estant N le point où tombe la perpendiculaire du centre de la sphere x , sur la refraction du rayon DE , que je suppose maintenant qu'il touche la sphere. Et c'est depuis le point N , que commence le repli des ondes de lumiere, jusqu'à l'extrémité de la courbe c ; qui se trouve en faisant que AC à CX soit dans la proportion de la refraction, comme icy de 3 à 2.

L'on trouve aussi tant d'autres points qu'on veut de la courbe NC par un Theoreme qu'a démontré Mr. Barrow dans la 12. de ses Leçons Optiques, quoy qu'à autre fin. Et il est à remarquer qu'on peut donner une ligne droite egale à cette courbe. Car puis qu'ensemble avec la droite NE , elle est egale à la droite CK , qui est connue, parce que DE à AK est dans la proportion de la refraction: il paroît qu'en ostant EN de CK , le reste sera egal à la courbe NC .

L'on trouvera de mesme des ondes repliées dans la reflexion d'un

d'un miroir concave spherique. Soit ABC la section par l'axe d'un hemisphere creux, dont le centre est D , l'axe DB , auquel je suppose que les rayons de lumiere viennent paral-



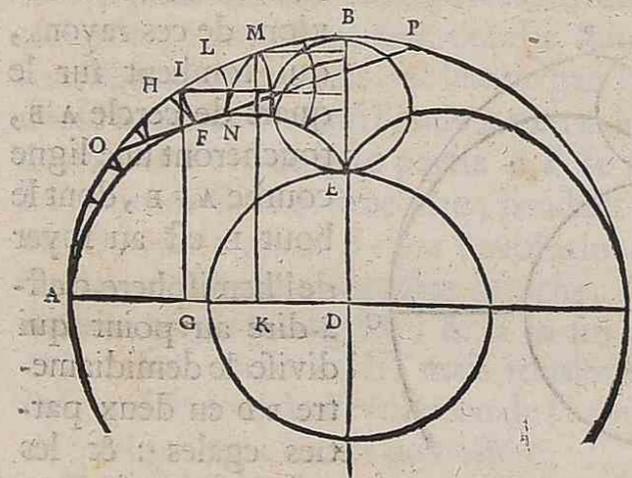
leles. Toutes les reflexions de ces rayons, qui tombent sur le quart de cercle AB , toucheront une ligne courbe AFE , dont le bout E est au foyer del'hemisphere, c'est-à-dire au point qui divise le demidiame-
tre BD en deux parties egales: & les points, par où cette

courbe doit passer, se trouvent en prenant depuis A quelque arc AO , & luy faisant double l'arc OP ; dont il faut diviser la soutendante en F , en sorte que la partie FP soit triple de FO ; car alors F est un des points requis.

Et comme les rayons paralleles ne sont que les perpendiculaires des ondes qui tombent sur la surface concave, lesquelles ondes sont paralleles à AD , l'on trouvera qu'à mesure qu'elles viennent rencontrer la surface AB , elles forment, en se reflexissant, des ondes repliées, composées de deux courbes qui naissent de deux evolutions opposées des parties de la courbe AFE . Ainsi, en prenant AD pour une onde incidente, lorsque la partie AG aura rencontré la surface AI , c'est-à-dire que l'endroit G sera parvenu en I , ce seront les courbes HF , FI , nées des evolutions des courbes FA , FE , commencées toutes deux par F , qui feront ensemble la propagation de la partie AG . & un peu apres, quand la partie AK aura rencontré la surface AM , estant

l'endroit k en m , alors les courbes LN , NM feront ensemble la propagation de cette partie. Et ainsi cette onde repliée avan-

cera toujours, jusqu'à ce que la pointe N soit parvenue au foyer E . La courbe $A F E$ se voit dans la fumée, ou dans la poussière qui vole, lorsqu'un miroir concave est opposé au soleil; & il faut sçavoir qu'elle n'est autre chose, que celle qui se décrit par le point E de la circon-



ference du cercle EB , lorsqu'on fait rouler ce cercle sur un autre dont le demidiambre est ED , & le centre D . De sorte que c'est une maniere de Cycloïde, mais de laquelle les points se peuvent trouver geometriquement.

Sa longueur est égale précisément aux $\frac{3}{4}$ du diamètre de la sphere: ce qui se trouve, & se demontre par le moyen de ces ondes, à peu pres de mesme que la mesure de la courbe precedente: quoyqu'il se pourroit encore demonstrier par d'autres manieres, que je laisse, parce que cela est hors du sujet. L'espace $A O B E F A$, compris de l'arc du quart de cercle, de la droite BE , & de la courbe $E F A$, est égal à la quatrieme partie du quart de cercle $D A B$.

F I N.

DISCOVERS DE LA CAUSE DE LA PESANTEVR.

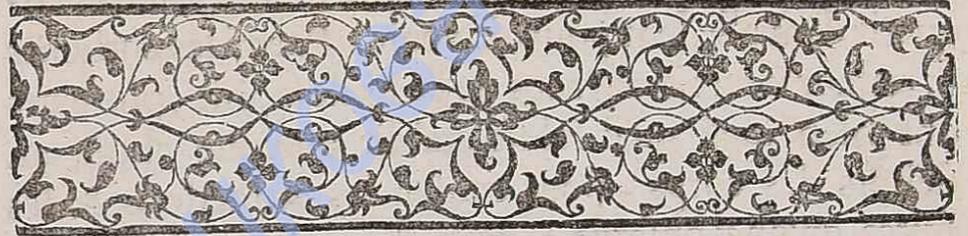
Par Monsieur CHRISTIAN HUYGENS, Seigneur de Zeellaem,



A L E I D E,

Chez PIERRE VANDER AA, Marchand Libraire.

M D C X C.



P R E F A C E.

La Nature agit par des voies si secretes & si imperceptibles, en amenant vers la Terre les corps qu'on appelle pesants, que quelque attention ou industrie qu'on emploie, les sens n'y sçauroient rien decouvrir. C'est ce qui a obligé les Philosophes des siècles passez à ne chercher la cause de cet admirable effet, que dans les corps memes, & de l'attribuer à quelque qualité interne & inherente, qui les faisoit tendre en bas & vers le centre de la Terre, ou à un appetit des parties à s'unir au tout. ce qui n'estoit pas exposer les causes, mais supposer des Principes obscurs & non entendus. On peut le pardonner à ceux qui se contentoient de pareilles solutions en bien de rencontres; mais non pas si bien à Democrite & à ceux de sa Secte, qui aiant entrepris de rendre raison de tout par les Atomes, en ont excepté la seule Pesanteur; qu'ils ont attachée

R 2 -

aux

*Voici la solution de la principale difficulté de
M. Ariguet & le systeme de M. Descartes, sur
la pesanteur, dans le Journal de Savans 1703 pag. 96*

aux corps terrestres, & aux Atomes mesmes, sans s'enquerir d'où elle leur pouvoit venir. Parmi les auteurs & restaurateurs modernes de la Philosophie, plusieurs ont bien jugé qu'il falloit etablir quelque chose au dehors des corps, pour causer les attractions & les fuites qu'on y observe: mais ils ne sont allez guere plus loin que ces premiers, lors qu'ils ont eu recours, les uns à un air subtil & pesant, qui en pressant les corps les fist descendre; (car c'est supposer desja une pesanteur, & il est si fort contre les loix de la Mecha- nique de vouloir qu'une matiere liquide & pesante presse en bas les corps qu'elle environne, qu'au con- traire elle devoit les faire monter, estant supposez sans aucun poids en eux mesmes, tout ainsi que l'eau fait monter une phiole vuide qu'on y enfonce:) les au- tres à des esprits & à des emanations immaterielles; ce qui n'eclaircit de rien, puisque nous n'avons nul- le conception, comment ce qui est immateriel don- ne du mouvement à une substance corporelle.

M^r. Des Cartes à mieux reconnu que ceux qui l'ont precedé, qu'on ne comprendroit jamais rien d'avantage dans la Physique, que ce qu'on pour- roit raporter à des Principes qui n'excèdent pas la portée de nostre esprit, tels que sont ceux qui depen- dent des corps, confiderez sans qualitez, & de leurs mouvements. Mais comme la plus grande difficul-
té

té consiste à faire voir comment tant de choses di- verses sont effectuées par ces seuls Principes, c'est à cela qu'il n'a pas fort reüssi dans plusieurs sujets particuliers qu'il s'est proposé à examiner: desquels est entre autres, à mon avis, celui de la Pesan- teur. On en jugera par les remarques que je fais en quelques endroits sur ce qu'il en a escrit; aux quel- les j'en aurois pû joindre d'autres. Et cependant j'avoue que ses essais, & ses vuës, quoyque fausses, ont ser- vi à m'ouvrir le chemin à ce que j'ay trouvé sur ce mesme sujet.

Je ne le donne pas comme estant exempt de tout doute, ni à quoy on ne puisse faire des objections. Il est trop difficile d'aller jusques là dans des recherches de cette nature. Je crois pourtant que si l'hypothese principale, sur la quelle je me fonde, n'est pas la ve- ritable, il y a peu d'esperance qu'on la puisse rencon- trer, en demeurant dans les limites de la vraye & saine Philosophie.

Au reste, ce que j'apporte icy, entant qu'il ne re- garde que la cause de la Pesanteur, ne paroitra pas nouveau à ceux qui auront lû le Traité de Physi- que de M^r. Rohault; parce que ma Theorie y est rapportée presque entiere. Car ce Philosophe ayant vû mon Experience de l'eau tournante, & ayant entendu l'application que j'en faisois, (ainsi qu'il le

reconnoit avec ingenuité,) a trouvé assez de vraisemblance dans mon opinion, pour la vouloir suivre. Mais parce que parmy mes pensées, il mesle aucunement celles de Mr. Des Cartes, & les siennes propres, & qu'il omet plusieurs choses qui apartiennent à cette matiere, dont il y en a qu'il ne pouvoit pas sçavoir, j'ay esté bien aise qu'on vist comme je l'ay traitée moy mesme.

La plus grande partie de ce Discours a esté écrite du temps que je demourois à Paris, & elle est dans les Registres de l'Academie Royale des Sciences, jusques à l'endroit où il est parlé de l'alteration des Pendules par le mouvement de la Terre. Le reste a esté ajouté plusieurs années apres: & en suite encore l'Addition, à l'occasion qu'on y trouvera indiquée au commencement.

T A-

T A B L E

D E S M A T I E R E S

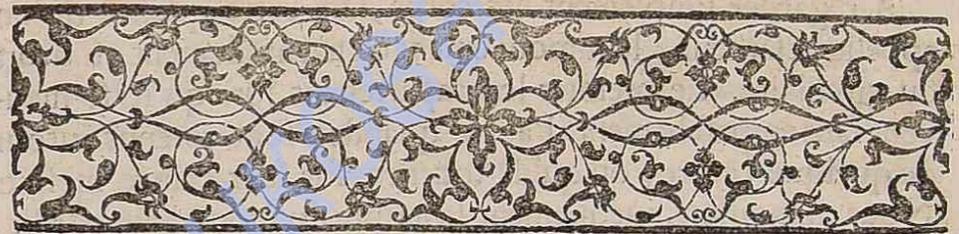
Traitées dans ce Discours.

<i>Que mon Explication de la Pesanteur differe de celle de Mr. Des Cartes.</i>	p. 130.
<i>La force Centrifuge comparée à celle de la Pesanteur.</i>	p. 130.
<i>Comment elle peut servir à causer la Pesanteur.</i>	p. 131.
<i>Experience qui represente l'effet de la Pesanteur.</i>	p. 132.
<i>Experience de Mr. Des Cartes pour la mesme fin.</i>	p. 133.
<i>Hypothese pour expliquer la Pesanteur.</i>	p. 135.
<i>Sa definition.</i>	p. 137.
<i>Pourquoy on ne s'apperçoit pas du mouvement de la matiere qui cause la Pesanteur.</i>	p. 137.
<i>Qu'il y a encore d'autres matieres qui remplissent les espaces de l'air.</i>	p. 137.
<i>Que la matiere, qui cause la Pesanteur, passe par les pores de tous les corps que nous connoissons.</i>	p. 139.
<i>Ce qui fait la differente Pesanteur des corps.</i>	p. 139.
<i>Que les Pesanteurs des corps gardent la mesme proportion que les quantitez de matiere qui les composent.</i>	p. 140.
<i>Refutation de l'opinion contraire de Mr. Des Cartes.</i>	p. 140.
<i>Quelle est la vitesse de la matiere qui cause la Pesanteur sur la Terre.</i>	p. 142.
<i>Que la rapidité de cette matiere sert à rendre raison de plusieurs autres effets naturels.</i>	p. 144.
<i>Que la mesme rapidité est cause de l'acceleration continuelle des corps qui tombent.</i>	p. 144.
<i>Et de ce que leurs vitesses croissent dans la proportion des temps.</i>	p. 145.
<i>De l'observation du raccourcissement du Pendule à Secondes pres de la Ligne Equinoctiale.</i>	p. 145.
<i>Quelle est la raison de cet effet.</i>	p. 146.
<i>De combien les Horloges à pendule retardent en allant vers la Ligne Equinoctiale, & comment on peut calculer ces retardements.</i>	p. 149. & 150.
<i>Que la Ligne du Plomb ne tend pas au centre de la Terre.</i>	p. 151.
<i>Que la Terre n'est pas spherique.</i>	p. 152.
<i>Experience des Horloges à pendule pour trouver les Longitudes sur mer.</i>	p. 153.
<i>Moyen de determiner quelle est la figure de la Terre.</i>	p. 154.
<i>Quelle pourroit estre cette figure, si la Terre tournoit beaucoup plus viste.</i>	p. 157.
<i>Considerations sur le Systeme de Mr. Newton.</i>	p. 160.
	Inco-

TABLE DES MATIERES, &c.

<i>Inconveniens des Tourbillons de Mr. Des Cartes,</i>	p. 161.
<i>Si la matière celeste doit estre rare.</i>	p. 161.
<i>Comment sa densité n'empêche point que les corps ne soient pesants.</i>	p. 163.
<i>Consideration sur l'extension de la Lumiere en ligne droite,</i>	p. 164.
<i>Remarque sur la Lune, qui confirme la diminution de la pesanteur, en raison contraire des quarez des distances du centre de la Terre.</i>	p. 165.
<i>S'il n'en doit pas arriver une seconde irregularité aux Horloges à pendule.</i>	p. 166.
<i>De la Pesanteur dans les Planetes de Saturne & Jupiter, & à la surface du Soleil.</i>	p. 167.
<i>Conjecture touchant la cause de la forte Lumiere du Soleil.</i>	p. 168.
<i>Du mouvement des corps pesants qui tombent, ou qui sont jettez, dans un milieu qui resiste.</i>	p. 108. & suivantes.
<i>Proprietez remarquables de la Ligne Logarithmique.</i>	p. 176.

DIS-



DISCOURS

De la Cause

DE LA PESANTEUR.

Pour trouver une cause intelligible de la Pesanteur, il faut voir comment il se peut faire, en ne supposant dans la nature que des corps qui soient faits d'une mesme matiere, dans lesquels on ne considere aucune qualité ni aucune inclination à s'approcher les uns des autres, mais seulement des differentes grandeurs, figures, & mouvements; comment, disje il se peut faire que plusieurs pourtant de ces corps tendent directement vers un mesme centre, & s'y tiennent assemblez à l'entour; qui est le plus ordinaire & le principal phenomene de ce que nous appellons pesanteur.

La simplicité des principes que j'admets, ne laisse pas beaucoup de choix dans cette recherche. car on juge bien d'abord qu'il n'y a point d'apparence d'attribuer à la figure, ni à la petitesse des corpuscules, quelque effet semblable à celuy de la pesanteur; laquelle estant une effort, ou une inclination au mouvement, doit vraisemblablement estre produite par un mouvement. De sorte qu'il ne reste qu'à chercher de quelle maniere il peut agir, & dans quels corps il se peut rencontrer.

S

3. A

A regarder simplement les corps, sans cette qualité qu'on appelle pesanteur, leur mouvement est naturellement ou droit ou circulaire. Le premier leur appartenant lors qu'ils se meuvent sans empeschement: l'autre quand ils sont retenus autour de quelque centre, ou qu'ils tournent sur leur centre mesme. Nous connoissons aucunement la nature du mouvement droit, & les loix que gardent les corps dans la communication de leurs mouvements, lorsqu'ils se rencontrent. Mais tant que l'on ne considere que cette sorte de mouvement, & les reflexions qui en arrivent entre les parties de la matiere, on ne trouve rien qui les determine à tendre vers un centre. Il faut donc venir necessairement aux proprietéz du mouvement circulaire, & voir s'il y en a quelqu'une qui nous puisse servir.

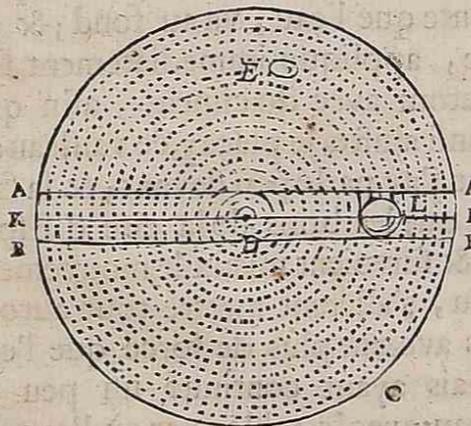
Je scay que Mr. Des Cartes a aussi tasché dans sa Physique d'expliquer la pesanteur par le mouvement de certaine matiere qui tourne autour de la Terre; & c'est beaucoup d'avoir eu le premier cette pensée. Mais l'on verra, par les remarques que je feray dans la suite de ce discours, en quoy sa maniere est differente de celle que je vais proposer, & aussi en quoy elle m'a semblé defectueuse.

Il a consideré, comme moy, l'effort que font les corps, qui tournent circulairement, à s'eloigner du centre; dont l'experience ne nous permet pas de douter. Car en tournant une pierre dans une fronde, l'on sent qu'elle nous tire la main, & cela d'autant plus fort que l'on tourne plus viste; jusques là mesme que la corde peut venir à se casser. J'ay fait voir cy devant cette mesme proprieté du mouvement circulaire, en attachant des corps pesants sur une table ronde, percée au centre, & qui tournoit sur un pivot; & j'ay trouvé la determination de sa force, & plusieurs Theoremes qui la concernent: que l'on peut voir à la fin du livre que j'ay escrit du Mouvement des Pendules. Par exemple, je dis qu'un corps tournant en rond, au bout d'une corde

corde etendue horizontalement, s'il va avec la vitesse qu'il pourroit acquerir par sa chute, en tombant d'une hauteur egale à la moitié de la mesme corde, c'est-à-dire au quart du diametre de la circonference qu'il decrit, elle sera tirée justement avec autant de force que si elle soutenoit le mesme corps suspendu en l'air.

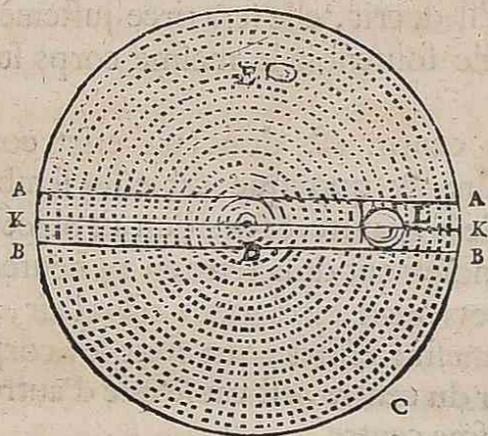
L'effort à s'eloigner du centre est donc un effet constant du mouvement circulaire. & quoyque cet effet semble directement opposé à celuy de la gravité, & que l'on ait objecté à Copernic que, par le tournoiement de la terre en 24 heures, les maisons & les hommes devroient estre jettez dans l'air; je feray voir pourtant, que ce mesme effort, que font les corps tournants en rond à s'eloigner du centre, est cause que d'autres corps concourent vers le mesme centre.

7. Imaginons nous qu'à l'entour du centre D il tourne de la matiere fluide contenue dans l'espace ABC , dont elle ne puisse point sortir à cause des autres corps qui l'entourent. Il est



certain que toutes les parties de ce fluide font effort pour s'eloigner du centre D ; mais sans aucun effet, puis que celles, qui devroient succeder en leur place, ont la mesme inclination à s'eloigner de ce centre. Mais si parmy les parties de cette matiere il y en avoit quelqu'une, comme E , qui ne suivist pas le mouvement circulaire des autres, ou qui allast moins vite que celles qui l'entourent; je dis qu'elle sera poussée vers le centre. parce que ne faisant

point d'effort pour s'en éloigner, ou en faisant moins que les parties prochaines, elle cederà à l'effort de celles qui seròt moins



éloignées du centre *D*, & leur fera place en s'approchant vers ce centre, puisqu'elle ne le sçauroit faire autrement.

L'on peut voir cet effet par une experience que j'ay faite expres pour cela, qui merite bien d'estre remarquée, parce qu'elle fait voir à l'œil une image de la pesanteur. Je pris un vaisseau cylindrique, d'environ 8 ou 10 pouces de diametre, & dont le fond estoit blanc & uni. sa hauteur n'avoit que la moitié ou le tiers de sa largeur. L'ayant rempli d'eau, j'y jettay de la cire d'Espagne concassée, qui, estant tant soit peu plus pesante que l'eau, va au fond; & en suite je le couvris d'un verre, appliqué immédiatement sur l'eau, que j'attachay tout autour avec du ciment, afin que rien ne pust echaper. Estant ainsi ajusté, je plaçay, ce vaisseau au milieu de la table ronde, dont j'ay parlé peu devant; & la faisant tourner, je vis aussi tost que les brins de la cire d'Espagne, qui touchoient au fond, & suivoient mieux le mouvement du vaisseau que ne faisoit l'eau, s'allèrent mettre tout autour des bords, par la raison qu'ils avoient plus de force que l'eau à s'éloigner du centre. Mais ayant continué un peu de temps à faire tourner le vaisseau avec la table, par où l'eau acqueroit de plus en plus le mouvement circulaire, j'arrestay soudainement la table; & alors à l'instant toute la cire d'Espagne s'enfuit au centre en un monceau, qui me representa l'effet de la

la pesanteur. Et la raison de cecy estoit que l'eau, non-obstant le repos du vaisseau, continuoit encore son mouvement circulaire; & par consequent son effort à s'éloigner du centre; au lieu que la cire d'Espagne l'avoit perdu, ou peu s'en faut, pour toucher au fond du vaisseau qui estoit arresté. Je remarquay aussi que cette poudre s'alloit rendre au centre par des lignes Spirales, parce que l'eau l'entrainoit encore quelque peu. Mais si l'on ajuste, dans ce vaisseau, quelque corps en sorte, qu'il ne puisse point du tout suivre le mouvement de l'eau, mais seulement s'en aller vers le centre, il y sera alors poussé tout droit. Comme si *L* est une petite boule, qui puisse rouler librement sur le fond, entre les filets *AA*, *BB* & un troisiéme un peu plus élevé *KK*, tendus horizontalement par le milieu du vaisseau; l'on verra qu'aussi tost que le mouvement du vaisseau sera arresté, cette boule s'en ira au centre *D*. Et il faut noter que, dans cette derniere experience, on peut rendre le corps *L* de la mesme pesanteur que l'eau, & que la chose en succedera encore mieux; de sorte que, sans aucune difference de pesanteur des corps qui sont dans le vaisseau, le seul mouvement en produit icy l'effect.

L'experience que Mr. Des Cartes propose, dans une de ses lettres imprimées, differe beaucoup de cellescy. car il remplit le vaisseau *ABC* de menuë dragée de plomb, entre-meslée de quelques pieces de bois, ou d'autre matiere plus legere que le plomb: & faisant tout tourner ensemble, il dit que les pieces de bois seront chassées vers le milieu du vase. ce que je puis bien croire, pourvu toutefois qu'on frappast legerement sur les bords du vaisseau, pour faciliter la separatió de ces deux matieres. Mais ce qui arrive icy n'est nullement propre à représenter l'effet de la pesanteur; puis qu'on devroit conclure de cette experience, que les corps, qui contiennent le moins de matiere, sont ceux qui pesent le plus. ce qui est contraire à ce qui s'observe dans la veritable pesanteur. Il propose encore, dans une autre

lettre, de jeter, dans de l'eau tournante, de petits morceaux de bois, & il dit qu'ils s'en iront vers le milieu de l'eau. Au quel endroit s'il entend du bois qui nage sur l'eau, comme il y a de l'apparence, il ne se fera point de concentration. Mais s'il veut qu'il aille au fond, ce sera véritablement la mesme experience que j'ay proposée peu auparavant, & le bois s'amassera au centre, mais ce sera à cause qu'en touchant au fond du vase, son mouvement circulaire sera retardé, de laquelle raison Mr. Des Cartes n'a point parlé.

Or ayant trouvé dans la nature un effect semblable à celuy de la pesanteur, & dont la cause est connue, il reste à voir si l'on peut supposer qu'il arrive quelque chose de pareil à l'égard de la Terre, cet à dire qu'il y ait quelque mouvement de matiere qui contraigne les corps à tendre au centre, & qui s'accommode en mesme temps à tous les autres phenomenes de la pesanteur.

Supposant le mouvement journalier de la Terre, & que l'air & l'ether qui l'entourent ayent ce mesme mouvement, il n'y a encore rien en cela qui doive produire la pesanteur: puisque, suivant l'experience peu devant rapportée, les corps terrestres ne devroient point suivre ce mouvement circulaire de la matiere celeste, mais estre à son égard comme en repos, s'il faloit qu'ils fussent poussez par elle vers le centre.

Que si l'on vouloit que la matiere celeste tournast du mesme costé que la Terre, mais avec beaucoup plus de vitesse, il s'en suivroit que ce mouvement rapide, d'une matiere qui se mouvrait continuellement & toute d'un mesme costé, se feroit sentir, & qu'elle emporteroit avec elle les corps qui sont sur la Terre; de mesme que l'eau emporte la cire d'Espagne dans nostre experience; ce qui pourtant ne se fait nullement. Mais outre cela, ce mouvement circulaire, autour de l'axe de la Terre, ne pourroit en tout cas chasser les corps, qui ne suivent pas le mes-

mesme mouvement, que vers ce mesme axe; de sorte que nous ne verrions pas les corps pesants tomber perpendiculairement à l'horizon, mais par des lignes perpendiculaires à l'axe du monde, ce qui est encore contre l'experience.

Pour expliquer donc la pesanteur de la maniere que je la conçois, je supposeray que dans l'espace spherique, qui comprend la Terre & les corps qui sont au tour d'elle jusqu'à une grande estendue, il y a une matiere fluide qui consiste en des parties tres petites, & qui est diversement agitée en tous sens, avec beaucoup de rapidité. Laquelle matiere ne pouvant sortir de cet espace, qui est entouré d'autres corps, je dis que son mouvement doit devenir en partie circulaire autour du centre; non pas tellement pourtant qu'elle vienne à tourner toute d'un mesme sens, mais en sorte que la pluspart de ses mouvemens differens se fassent dans des surfaces spheriques à l'entour du centre dudit espace, qui pour cela devient aussi le centre de la Terre.

La raison de ce mouvement circulaire est que la matiere contenue dans quelque espace, se meut plus aisement de cette maniere que par des mouvemens droits contraires les uns aux autres, lesquels mesme en se reflechissant, (parce que la matiere ne peut pas sortir de l'espace qui l'enferme) sont reduits à se changer en circulaires.

L'on voit cet effect du mouvement lors qu'on essaie de l'argent par la Coupelle; car la petite boule de plomb meslée d'argent, ayant ses parties fortement agitées par la chaleur, tourne incessamment autour de son centre, tantost d'un costé tantost d'un autre, changeant à tous momens, & si viste que l'oeil a de la peine à s'en appercevoir. Il arrive encore la mesme chose à une goutte de suif de chandelle, lors que la tenant suspendue à la pointe des mouchettes, on l'approche de la flame, car elle se met à tourner avec une tres grande vitesse.

Il est vray que d'ordinaire cette goutte tourne toute d'un

costé ou d'autre, selon que la flame de la chandelle vient à la toucher. Mais dans la matiere celeste, que j'ay supposée, il n'en doit pas arriver de mesme, par ce qu'ayant une fois du mouvement en tous sens, il faut qu'il en demeure tousjours, quoyqu'il soit changé en spherique, par ce qu'il n'y a pas de raison pourquoy le mouvement d'une partie de la matiere l'emporterait sur celuy des autres, pour faire que toute la masse tournast d'un mesme sens. Car au contraire, la loy de la nature, que j'ay rapportée ailleurs, est telle dans la rencontre des corps qui sont diversément agitez, qu'il s'y conserve tousjours la mesme quantité de mouvement vers le mesme costé.

Et quoy que ces mouvemens circulaires, en tant de sens divers dans un mesme espace, semblent se devoir contrarier & empêcher souvent; la grande mobilité toute fois de la matiere, aydée par la petitesse de ses parties, qui surpasse de beaucoup l'imagination, fait qu'elle souffre assez facilement toutes ces différentes agitations. L'on voit quand on a brouillé de l'eau dans une phiole de verre, de combien de differens mouvemens les parties sont capables; & il faut se figurer la liquidité de la matiere celeste incomparablement plus grande que celle que nous remarquons dans l'eau; qui estant composée de parties pesantes, entassées les unes sur les autres, devient par là paresseuse au mouvement; au lieu que la matiere celeste, se mouvant librement de tous costez, prend tres facilement des impressions différentes par les diverses rencontres de ses parties, ou par la moindre impulsion des autres corps. & s'il n'estoit ainsi, l'air ne cederait pas si facilement qu'il fait au mouvement de nos mains. De sorte qu'il faut considerer que les mouvemens circulaires de cette matiere fluide, autour de la Terre, sont bien souvent interrompus & changez en d'autres, mais qu'il en demeure tousjours plus que de ceux qui suivent d'autres routes: ce qui suffit pour le present dessein.

Il n'est pas difficile maintenant d'expliquer comment par ce mouvement la pesanteur est produite. Car si parmy la matiere fluide, qui tourne dans l'espace que nous avons supposé, il se rencontre des parties beaucoup plus grosses que celles qui la composent, ou des corps faits d'un amas de petites parties accrochées ensemble, & que ces corps ne suivent pas le mouvement rapide de ladite matiere, ils seront necessairement poussez vers le centre du mouvement, & y formeront le globe Terrestre s'il y en a assez pour cela, supposé que la Terre ne fust pas encore. Et la raison est la mesme que celle qui, dans l'experience rapportée cy dessus, fait que la cire d'Espagne s'amasse au centre du vaisseau. C'est donc en cela que consiste vraisemblablement la pesanteur des corps: laquelle on peut dire, que c'est l'effort que fait la matiere fluide, qui tourne circulairement autour du centre de la Terre en tous sens, à s'éloigner de ce centre, & à pousser en sa place les corps qui ne suivent pas ce mouvement.

Or la raison pourquoy des corps pesants, que nous voions descendre dans l'air, ne suivent pas le mouvement spherique de la matiere fluide, est assez manifeste; parce qu'y ayant de ce mouvement vers tous les costez, les impulsions qu'un corps en reçoit se succèdent si subitement les unes aux autres, qu'il y intercede moins de temps qu'il luy en faudroit pour acquerir un mouvement sensible. Mais comme cette seule raison ne suffit pas pour empêcher que les corps les plus menus que l'oeil puisse appercevoir, comme sont les brins de poussiere qui voltigent dans l'air, ne soient point chassés çà & là par la rapidité de ce mouvement; il faut sçavoir que ces petits corps ne nagent pas dans la seule matiere liquide qui cause la pesanteur: mais qu'outre celle cy il y a d'autres matieres, composées de particules plus grossieres, qui remplissent la plus grande partie de l'espace qui est autour de nous, & mesme ceux des

cieux; lesquelles particules quoyque differemment agitées & reflexies entre elles, ne suivent pas le mouvement soudain de la matiere liquide; parce qu'estant contiguës, ou peu distantes les unes des autres, une trop grande quantité devroit se mouvoir à la fois. L'on sçait qu'il y a autour de la Terre premierement les particules de l'air, lesquelles on fera voir tout à l'heure estre plus grossieres que celles de la matiere fluide que nous avons supposée. Je dis de plus qu'il y a une matiere dont les particules sont plus menuës que celles de l'air, mais plus grossieres que celles de cette matiere fluide: ce qui se prouve par nostre experience, qu'on fait avec la Machine qui vuide l'air. Où l'on remarque l'effet d'une matiere invisible qui pese là où il n'y a point d'air; puis qu'elle y soutient l'eau suspendue dans un tube de verre, dont le bout ouvert est plongé dans d'autre eau: & qu'elle y fait couler l'eau d'un siphon recourbé, de mesme que dans l'air: pourvu que l'eau, dans ces experiences, ait esté purgée d'air; ce qui se fait en la laissant pendant quelques heures dans le vuide. Il paroît par là premierement, que les particules, de ce corps pesant & invisible, sont plus petites que celles de l'air, puisqu'elles passent à travers le verre qui exclud l'air, & qu'elles y font apercevoir leur pesanteur. Il paroît de plus qu'elles doivent estre plus grossieres que les particules de la matiere fluide qui cause la pesanteur, afin que le corps qu'elles composent ne suive pas le mouvement de cette matiere, par ce qu'en le suivant il ne seroit pas pesant. Il peut y avoir autour de nous encore d'autres sortes de matieres de differents degrez de tenuité, quoyque toutes plus grossieres que n'est la matiere qui cause la pesanteur. Lesquelles contribueront donc toutes à empêcher les petits brins de la poussiere d'estre emportez par le mouvement rapide de cette matiere, parce qu'elles ne suivent pas ce mouvement elles mesmes.

Il ne faut pas au reste trouver estranges ces differents degrez de

de petits corpuscules, ni leur extreme petiteffe. Car bien que nous ayons quelque penchant à croire que des corps, à peine visibles, sont desja presque aussi petits qu'ils le peuvent estre, la raison nous dit que la mesme proportion qu'il y a d'une montagne à un grain de sable, ce grain la peut avoir à un autre petit corps, & cettuicy encore à un autre, & cela autant de fois qu'on voudra.

L'extreme petiteffe des parties de nostre matiere fluide est encore d'une necessité absolue pour rendre raison d'un effet considerable de la pesanteur; qui est que des corps pesants, enfermez de tous costez dans un vaisseau de verre, de metal, ou de quelqu'autre matiere que ce soit, se trouvent peser toujours egalement. De sorte qu'il faut que la matiere que nous avons dit estre cause de la pesanteur, passe tres librement à travers tous les corps qu'on estime les plus solides, & avec la mesme facilité qu'à travers l'air.

Ce qui se confirme encore par ce que, s'il n'y avoit pas cette liberté de passage, une bouteille de verre peseroit autant qu'un corps massif de verre de la mesme grandeur; & que tous les corps solides d'egal volume peseroient egalement; puisque, selon nostre Theorie, la pesanteur de chaque corps est réglée par la quantité de la matiere fluide qui doit monter en sa place.

Cette matiere passe donc facilement dans les interstices des particules dont les corps sont composez, mais non pas par les particules mesmes; & ce qui cause les diverses pesanteurs, par exemple, des pierres, des metaux &c. c'est que ceux de ces corps, qui sont plus pesants, contiennent plus de telles particules, non en nombre mais en volume: car c'est en leur place seulement que la matiere fluide peut monter. Mais parce qu'on pourroit douter, si ces particules, estant impenetrables à la dite matiere, sont pour cela entierement solides: (car ne l'estant pas, ou mes-

me estant vuides, elles devroient faire le mesme effet, par la raison que je viens de dire) je demonstreray qu'elles ont cette parfaite solidité; & que par consequent la pesanteur des corps suit precisement la proportion de la matiere, qui les compose.

Je feray remarquer pour cela ce qui arrive dans le choc de deux corps, quand ils se rencontrent d'un mouvement horizontal. Il est certain que la resistance que font les corps à estre mis horizontalement, comme seroit une boule de marbre ou de plomb posée sur une table bien unie, n'est pas causée par leur poids vers la Terre, puisque le mouvement lateral ne tend pas à les éloigner de la Terre, & qu'ainsi il n'est nullement contraire à l'action de la pesanteur, qui les pousse en bas.

Il n'y a donc rien que la quantité de matiere attachée ensemble, que chaque corps contient, qui produit cette resistance: de sorte que si deux corps en contiennent autant l'un que l'autre, ils reflechiront également, ou demeureront tous deux sans mouvement, selon qu'ils seront durs ou mols. Mais l'experience fait voir que toutes les fois que deux corps reflechissent ainsi également ou s'arrestent l'un l'autre, estant venus à se rencontrer avec d'egales vitesses, ces corps sont d'egale pesanteur: donc il s'enfuit que ceux, qui sont composez d'egale quantité de matiere, sont aussi d'egale pesanteur. ce qu'il falloit demonstrer.

Monf. Des Cartes estoit en cecy d'un autre sentiment, comme encore en ce qui regarde le passage libre de la matiere, qui cause la pesanteur, à travers les corps sur lesquels elle agit. Car pour ce qui est de ce dernier point, il veut que cette matiere soit empêchée, par la rencontre de la Terre, de continuer ses mouvements en ligne droite, & que pour cela elle s'en éloigne le plus qu'elle peut. En quoy il semble n'avoir pas pensé à cette propriété de la pesanteur que j'ay fait remarquer peu auparavant

ravant

ravant. Car si le mouvement de cette matiere est empêché par la Terre, elle ne penetrera non plus librement les corps des metaux ni celui du verre. D'où il s'enfuiroit que du plomb enfermé dans une phiole perdrait son poids à l'égard de la phiole mesme, ou que du moins ce poids seroit diminué. De plus, en portant un corps pesant au fond d'un puits, ou dans quelque carriere ou mine profonde, il y devroit perdre beaucoup de sa pesanteur. Mais on n'a pas trouvé, que je scache, par experience qu'il en perde quoy que ce soit.

Quant à l'autre point, Mr. Des Cartes pretend, que, quoy qu'une masse d'or soit vingt fois plus pesante qu'une portion d'eau de la mesme grandeur, l'or neanmoins peut ne contenir que 4 ou 5 fois autant de matiere que l'eau: premierement à cause qu'il faut deduire (il falloit plustost dire adjouter) un poids égal à l'un & l'autre, à raison de l'air dans lequel on les pese: & puis parce que l'eau & les autres liquides ont quelque legereté à l'égard des corps durs, d'autant que les parties des premiers sont en un mouvement continuel.

Mais on peut respondre à la premiere de ces deux raisons, que la pesanteur de l'air autour de nous, n'estant à celle de l'eau qu'environ comme 1 à 800, ce ne sera pas un poids considerable qu'il faudra adjouter également à celui de l'eau & de l'or, trouvé par la balance. Et pour l'autre raison, si elle estoit bonne, il faudroit qu'une mesme portion d'eau, apres estre gelée pesast bien d'avantage qu'estant liquide; & de mesme les metaux en masse, plus que quand ils sont fondus; ce qui est contre l'experience. Outre que je ne vois pas comment il a conceu que le mouvement des parties des corps liquides leur donneroit de la legereté, c'est-à-dire de l'effort pour s'ecarter du centre, puisque pour cela il faudroit que ce mouvement fust circulaire autour du centre de la Terre, ou qu'il fust plus fort vers le haut que vers le bas, ce qu'il n'a jamais dit, mais bien

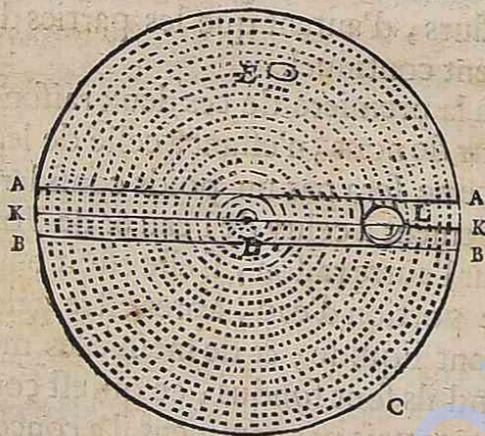
V

au

au contraire que les parties des liqueurs se meuvent en tous sens indifferemment.

Il ne semble non plus avoir considéré combien la vitesse de la matiere fluide doit estre grande, pour donner autant de pesanteur qu'on en trouve à la plus part des corps: parce qu'autrement il auroit bien jugé que le mouvement, que peuvent avoir les parties de l'eau & de semblables liquides, n'est nullement comparable au mouvement de cette matiere qui cause la pesanteur.

Pour moy j'ay recherché soigneusement le degré de cette vitesse, & je crois pouvoir déterminer à peu près à combien elle doit monter. Et puis que plusieurs autres effets naturels en peuvent dependre, il ne fera pas inutile de faire voir icy ce que produit mon calcul, & sur quoy il est fondé. Reprenant donc la figure dont je me suis servi cy dessus, puis que la pesanteur du



corps **E** est justement égale à l'effort avec lequel une portion aussi grande, de la matiere fluide, tend à s'éloigner du centre **D**; ou que c'est plustost la mesme chose; il faut qu'une livre de plomb, par exemple, pese autant vers la Terre, qu'une masse de la matiere fluide, de la grandeur de ce plomb, (j'entens de la grandeur que font ses parties solides) pese du costé d'enhaut pour s'éloigner du centre, par la vertu de son mouvement circulaire. Or la matiere du plomb & la matiere fluide ne different en rien selon nostre hypothese. On peut donc dire que la livre de plomb

plomb pese autant vers le bas, qu'elle peseroit vers le haut, si, demeurant à la mesme distance du centre de la Terre, elle tourneroit autour avec autant de vitesse que fait la matiere fluide. Mais je trouve par ma Theorie du mouvement Circulaire, qui s'accorde parfaitement avec l'experience, qu'un corps tournant en cercle, si on veut que son effort à s'éloigner du centre, égale justement l'effort de sa simple pesanteur, il faut qu'il fasse chaque tour en autant de temps, qu'un Pendule, de la longueur du demi diametre de ce cercle, en emploie à faire deux allées. Il faut donc voir en combien de temps un pendule, de la longueur du demidiametre de la Terre, feroit ces deux allées. Ce qui est aisé par la propriété connue des pendules, & par la longueur de celui qui bat les Secondes, qui est de 3 pieds 8 $\frac{1}{2}$ lignes, mesure de Paris. Et je trouve qu'il faudroit pour ces deux vibrations 1 heure 24 $\frac{1}{2}$ minutes; en supposant, suivant l'exacte dimension de Mr. Picard, le demidiametre de la Terre de 19615800 pieds de la mesme mesure. La vitesse donc de la matiere fluide, à l'endroit de la surface de la Terre, doit estre égale à celle d'un corps qui feroit le tour de la Terre dans ce temps de 1 heure, 24 $\frac{1}{2}$ minutes. Laquelle vitesse est, à fort peu pres, 17 fois plus grande que celle d'un point sous l'Equateur; qui fait le mesme tour, à l'égard des Etoiles fixes, comme on doit le prendre icy, en 23 heures, 56 minutes. ce qui paroît par la proportion entre ce temps & celui d'une heure 24 $\frac{1}{2}$ minutes, qui est tres pres comme de 17 à 1.

Je sçay que cette rapidité semblera étrange à qui la voudra comparer avec les mouvemens qui se voient icy parmy nous. Mais cela ne doit point faire de difficulté; & mesme, par rapport à sa sphere, ou à la grandeur de la Terre, elle ne paroitra point extraordinaire. Car si, par exemple, en regardant un Globe Terrestre, de ceux qu'on fait pour l'usage de la Geographie,

phie, on s'imagine sur ce globe un point qui n'avance que d'un degré en 14 Secondes ou battemens de pous, qui est la vitesse de la matiere que je viens de dire; on trouvera ce mouvement tres mediocre, & mesme il pourra sembler estre lent.

Il y a au reste plusieurs effets naturels qui semblent demander une matiere extremement agitée, & qui penetre facilement par les pores des corps. Telle est la force de la poudre à Canon, qui en s'allumant ne prend pas son mouvement violent d'elle mesme, ni de celuy qui en approche la mesche; & par consequent il faut qu'il viene de quelqu'autre matiere qui ait ce mouvement, & qui se trouve par tout; faisant son effet toutes les fois qu'elle y trouve une disposition convenable. Telle est aussi, à ce que je conçois, la force du Ressort, tant de l'acier & autres corps solides, que de celuy de l'air. A quoy l'on peut joindre celle des muscles des animaux: qu'on explique fort bien par une fermentation que le suc des nerfs cause dans le sang: mais d'où viendra la force de la fermentation, si ce n'est de quelque mouvement de dehors? La puissante action de la Gelée ne paroît pas non plus concevable, si on n'a recours à une impulsion violente de quelque matiere, qui fasse étendre ou la glace, en y introduisant d'autres particules, ou les bulles qui s'y forment, en augmentant l'air qu'elles contiennent. Ce qui se fait avec tant de violence, que j'en ay vû crever des canons de mousquet, dans lesquels l'eau avoit esté enfermée.

Mais pour revenir à la Pesanteur; l'extreme vitesse de la matiere qui la cause, sert encore à expliquer comment les corps pesants, en tombant, accelerent tousjours leur mouvement, quand mesme ils l'ont desja acquis à un fort grand degré de vitesse. Car celuy de la matiere fluide, surpassant encore de beaucoup la celerité d'un boulet de canon, par exemple, qui retombe de l'air, apres y avoir esté tiré perpendiculairement; ce boulet, jusqu'à la fin de sa chute, ressent à fort peu près la mesme pression

pression de cette matiere, & partant sa celerité en est continuellement augmentée. Au lieu que, si la matiere n'avoit qu'un mouvement mediocre, la balle apres en avoir acquis autant, n'accelereroit plus sa chute, par ce qu'autrement elle seroit obligée de pousser cette mesme matiere, à succeder dans sa place avec plus de vitesse qu'elle n'auroit pour cela par son propre mouvement.

L'on peut enfin trouver icy la raison du Principe que Galilée a pris pour demontrer la proportion de l'acceleration des corps qui tombent; qui est que leur vitesse s'augmente egaleement en des temps egaux. Car les corps estant poussez successivement par les parties de la matiere qui tasche de monter en leur place, & qui, comme on vient de voir, agissent continuellement sur eux avec la mesme force, du moins dans les chûtes qui tombent sous nostre experience; c'en est une suite necessaire que l'accroissement des vitesses soit proportionel à celuy des temps.

Ainsi donc j'ay expliqué, par une Hypothese qui n'a rien d'impossible, pourquoy les corps terrestres tendent au centre; pourquoy l'action de la gravité ne peut estre empêchée par l'interposition d'aucun corps de ceux que nous connoissons; pourquoy les parties de dedans de chaque corps contribuent toutes à sa pesanteur; & pourquoy en fin les corps en tombant augmentent continuellement leur vitesse, & cela dans la raison des temps. Qui sont les proprietéz de la pesanteur qu'on avoit remarquées jusqu'à present.

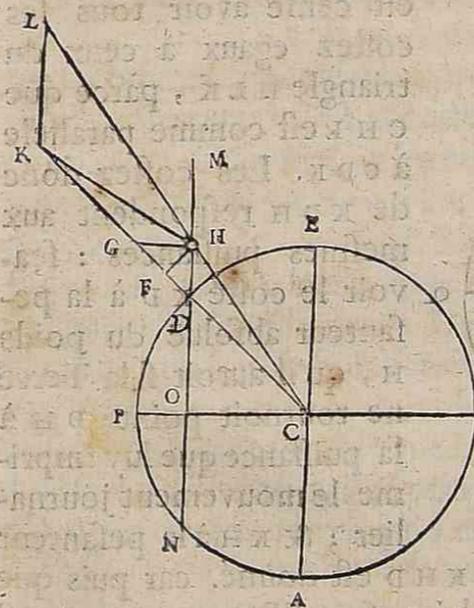
Il en reste une encore, que jusqu'icy on n'a pas crû moins certaine; qui est que les corps pesans le sont autant en un endroit de la Terre qu'en un autre. Ce qui aiant esté trouvé autrement, par des observations qu'on a faites depuis peu, il vaut la peine d'examiner d'où cela peut proceder, & quelles en sont les consequences.

L'on assure d'avoir trouvé dans la Caiene, qui est un país dans

dans l'Amerique, éloigné seulement de 4 ou 5 degrez de l'Equateur, qu'un Pendule qui bat les Secondes, y est plus court qu'à Paris d'une ligne & un quart. d'où sensuit que, si on prend des pendules d'égale longueur, celui de la Caiene fait des allées un peu plus lentes que celui de Paris. La verité du fait estant posée, on ne peut douter que ce ne soit une marque assurée de ce que les corps pesans descendent plus lentement en ce pais là qu'en France. Et comme cette diversité ne scauroit estre attribuée à la tenuité de l'air, qui est plus grande dans la zone Torride; parce qu'elle devoit causer un effet tout contraire; je ne vois pas qu'il puisse y avoir d'autre raison, sinon qu'un mesme corps pese moins sous la ligne que sous des Climats qui s'en éloignent. Je reconnus, aussi tost qu'on nous eust communiqué ce nouveau phenomene, que la cause en pouvoit estre rapportée au mouvement journalier de la Terre: qui estant plus grand en chaque pais, selon qu'il approche plus de la ligne Equinoctiale, doit produire un effort proportionné à rejeter les corps du centre; & leur oster par là une certaine partie de leur pesanteur. Et il est aisé, par les choses expliquées cy dessus, de sçavoir la quantieme partie ce doit estre, dans les corps qui se trouvent placez sous l'Equateur. Car ayant trouvé, comme on a vû, que, si la Terre tournoit 17 fois plus viste qu'elle ne fait, la force Centrifuge sous l'Equateur seroit égale à toute la pesanteur d'un corps; il faut que le mouvement de la Terre, tel qu'il est maintenant, oste une partie de la pesanteur, qui soit à la pesanteur entiere comme 1 au quarré de 17, c'est-à-dire $\frac{1}{289}$; parce que les forces des corps, à s'éloigner du centre autour du quel ils tournent, sont entre elles comme les quarez de leurs vitesses, suivant mon Theoreme 3^e. de *Vi Centrifuga*. Chaque corps, sous l'Equateur, estant donc moins pesant de $\frac{1}{289}$ de ce qu'il seroit si la Terre ne tournoit point sur son axe; il s'ensuit, par les loix de la Mechanique, que la longueur d'un

d'un Pendule, en cet endroit, doit aussi estre diminuée de $\frac{1}{289}$, pour faire ses allées dans le mesme temps qu'il les feroit sur la Terre immobile.

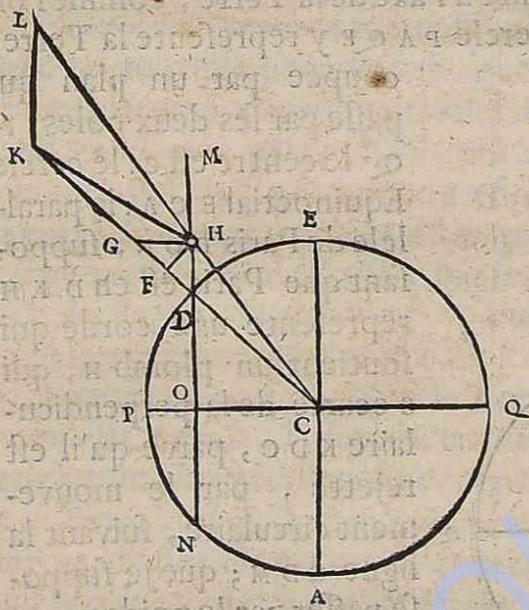
Mais pour sçavoir la diminution que doit souffrir un Pendule, qui de Paris est transporté sous la ligne Equinoctiale, il faut considerer qu'à Paris sa longueur est desja moindre que si la Terre estoit en repos; parce que le mouvement journalier fait aussi sous ce parallele son effort à éloigner les corps du centre de la Terre. Lequel effort n'est pourtant pas si grand qu'il est sous la Ligne; tant à cause que le cercle du mouvement est moindre, que parce qu'il ne chasse pas les corps directement en haut, mais suivant la perpendiculaire à l'axe de la Terre, comme l'on verra par cette figure. Le cercle $PAQE$ y represente la Terre,



coupée par un plan qui passe par ses deux poles, P, Q . le centre est C : le cercle Equinoctial ECN : le parallele de Paris DON , supposant que Paris est en D, KH represente une corde qui soutient un plomb H , qui s'écarte de la perpendiculaire KDC , parce qu'il est rejeté, par le mouvement circulaire, suivant la ligne ODM ; que je suppose passer par le poids H .

Pour connoitre maintenant quelle doit estre la situation du fil KH , & combien moins le plomb H pese de cette façon, que s'il pendoit perpendiculairement le long

long de $к D$; il faut considerer le point $н$ comme estant tiré par trois fils, $н C$, $н M$, $н K$. desquels $н C$ le tire vers le centre de la Terre, avec tout le poids que le plomb auroit si la Terre estoit sans mouvement. mais $н M$ le tire de son costé avec la force que donne le mouvement de la Terre dans le cercle DN . & le troisieme fil $н K$ tire, ou est tiré, avec une force qui est celle qu'on cherche. Ayant donc prolongé $с H$, & mené $к L$ parallele à DM ; l'on sçait que les trois costez du triangle $н K L$ sont proportionels aux puissances qui tirent le point $н$: le costé $н H$ respondant à celle qui tire par $н C$; le costé $к L$ à celle qui tire par



$н M$; & le costé $н K$ à la puissance qui tire ou soutient le plomb par le fil $н K$. Mais le triangle $к D H$ est censé avoir tous ses costez egaux à ceux du triangle $н K L$, parce que $с H L$ est comme parallele à $с D K$. Les costez donc de $к D H$ respondent aux mesmes puissances: sçavoir le costé $к D$ à la pesanteur absolüe du poids $н$, qu'il auroit si la Terre ne tournoit point; $н H$ à la puissance que luy imprime le mouvement journalier; & $к H$ à la pesanteur qu'on cherche. Or ce triangle $к D H$ est donné. car puis que nous sçavons que l'effort circulaire, sous l'Equateur en E , est $\frac{1}{27}$ du poids absolu: & puisque cet effort est à celui en D , ou en $н$, comme $E C$ à $D O$, qui sont en raison donnée, nous sçavons

rons donc aussi, quelle partie du poids absolu est l'effort centrifuge en D ou $н$. c'est-à-dire que la raison de $к D$ à $н H$ sera connue, comme estant composée de celle de 289 à 1 , & de $E C$ à $D O$. Mais l'angle $н D K$ est aussi connu, estant égal à celui de la Latitude de Paris, sçavoir de 48 degr. 51 min. Donc on connoitra la raison de $к D$ à $к H$, qui est celle de la pesanteur absolüe des corps, à celle qu'ils ont à Paris, & qui est encore celle de la longueur du pendule sur la Terre immobile, à la longueur qu'il doit avoir sous ce Parallele, suivant ce qui desia a esté dit. Et puis que la longueur du pendule à Secondes est donnée à Paris, l'on sçaura aussi celle qu'auroit le pendule à Secondes sur la Terre immobile, & quelle est leur difference, & de combien cette difference est moindre que cette $\frac{1}{27}$, que nous avons trouvée sous l'Equateur.

Pour faire cette supputation avec facilité, & sans le calcul des triangles, il faut sçavoir, & nous le prouverons à cette heure, que, comme le quarré du rayon $E C$ est au quarré de $D O$, sinus du complement de la Latitude de Paris, ainsi est $\frac{1}{27}$, difference ou racourcissement du pendule sous l'Equateur, à la difference ou racourcissement à Paris. Qui se trouve par la este $\frac{1}{27}$ de la longueur du pendule sur la Terre immobile, ou sous le Pole. Et puisque le Pendule à secondes à Paris, est de 3 pieds $8\frac{1}{2}$ lignes; il s'ensuit que la Longueur du pendule sur la Terre immobile, ou sous le Pole, seroit de 3 pieds $9\frac{1}{2}$ lignes. d'où ostant $\frac{1}{27}$, qui fait $1\frac{1}{2}$ ligne, on aura la longueur du pendule à Secondes, sous l'Equateur, de 3 pieds $7\frac{1}{2}$ lignes. De sorte que ce pendule seroit plus court, que celui de Paris, de $\frac{1}{2}$ d'une ligne; qui est un peu moins que ce qui a esté trouvé à la Caiene par Mr. Richer, sçavoir une ligne & un quart.

Mais on ne peut pas se fier entierement à ces premieres observations, desquelles on ne voit marqué aucune circonstance. Et encore moins, à ce que je crois, à celles qu'on dit avoir esté

ne faudroit il pas, qu'en regardant du costé du Nort, la ligne du niveau baiffast visiblement sous l'Horizon? ce qui pourtant n'a jamais esté remarqué, ni qui assurément n'arrive point. Et pour en dire la raison, qui est un autre paradoxe, c'est que la Terre n'est pas tout à fait spherique, mais d'une figure de sphere abaissée vers les deux Poles, telle que feroit à peu près une Ellipse, en tournant sur son petit axe. Cela procede du mouvement journalier de la Terre, & c'est une suite necessaire de la declinaison susdite du plomb. Parce que la descente des corps pesans estant parallele à la ligne de cette suspension, il faut que la surface de tout liquide se dispose en sorte, que cette ligne luy soit perpendiculaire, parce qu'autrement il pourroit descendre d'avantage. Partant la surface de la mer est telle, qu'en tout lieu le fil suspendu luy est perpendiculaire. D'ou s'ensuit que la ligne du niveau, c'est-à-dire celle qui coupe le fil, du plomb suspendu, à angles droits, doit marquer l'horizon, ainsi qu'elle fait; n'y ayant que la hauteur du lieu, où le niveau est placé, qui le fasse viser quelque peu plus haut. Or les costes des terres estant generalement elevées, & presque par tout de mesme, à l'égard de la mer; il s'ensuit que tout le composé, de terres & de mers, est réduit à la mesme figure spheroidé que la surface de la mer se donne necessairement. Et il est à croire, que la Terre a pris cette figure, lors qu'elle a esté assemblée par l'effect de la pesanteur: sa matiere ayant dès lors le mouvement circulaire de 24 heures.

A D D I T I O N

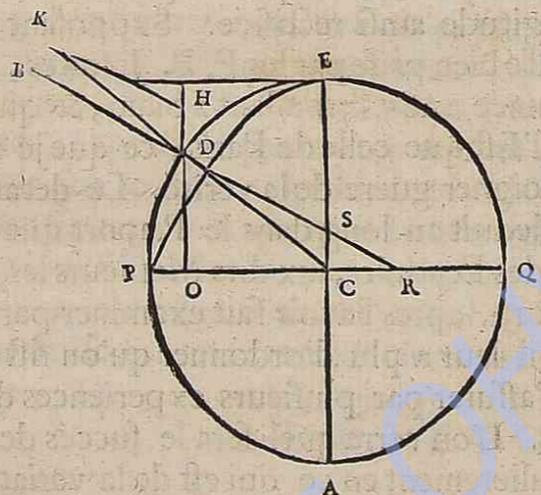
Quelque temps après que j'eus achevé d'escrire ce qui precede, ayant reçu & examiné le journal du voiage, qui, par ordre de Messieurs les Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales, a esté fait, avec nos Horloges à pendule,

jusqu'au Cap de Bonne Esperance; & du dépuis ayant encore lû le tres sçavant ouvrage de Mr. Newton, dont le titre est *Philosophiæ Naturalis principia Mathematica*; l'un & l'autre me fournit de la matiere pour étendre d'avantage ce Discours. Et premierement, quant aux différentes longueurs des Pendules dans divers Climats, dont il a aussi traité, je crois avoir, par le moien de ces Horloges, non seulement une confirmation évidente de cet effect du mouvement de la Terre, mais aussi de la mesure de ces longueurs, qui s'accorde tres bien avec le calcul que je viens d'en donner. Car ayant corrigé & rectifié, suivant ce calcul, les Longitudes qu'on avoit mesurées par les Horloges, au retour du Cap de B. Esp. jusqu'au Texel en Hollande, (car en allant elles n'avoient point servi) j'ay trouvé que la route du vaisseau en estoit beaucoup mieux marquée sur la Carte, qu'elle n'estoit sans cette correction, & si bien, qu'en arrivant à ce Port, il n'y avoit pas 5 ou 6 lieues d'erreur dans la Longitude ainsi rectifiée. Supposant que celle dudit Cap avoit esté bien prise par les P. P. Jesuites, lors qu'ils y passerent en l'année 1685, en allant à Siam; & qu'elle est de 18 degrez plus à l'Est que celle de Paris; ce que je sçay encore d'ailleurs ne s'éloigner guere de la verité. Le detail de toute cette affaire est deduit au long dans le Rapport que j'ay fait, touchant ce voiage des Pendules, aux dits Messieurs les Directeurs. Sur lequel raport, apres l'avoir fait examiner par des personnes intelligentes, il leur a plu d'ordonner qu'on fist une seconde epreuve; pour s'assurer par plusieurs experiences de la bonté de cette invention. L'on verra quel fera le succès de cet autre voiage, & particulierement en ce qui est de la variation des Pendules. estant certain que, pour la bien connoitre, ces Horloges donnent un moyen plus seur, par leur acceleration & retardement, que n'est celuy de mesurer actuellement la longueur du pendule à Secondes en differens pais. Cependant,

parce que dans l'essay, dont je viens de parler, l'expérience s'est si bien accordée avec ce que j'avois trouvé par raisonnement, je m'y fie assez pour vouloir continuer cette speculation, en cherchant premierement, quelle est donc la forme de la Terre, puisque, comme il a esté dit, elle n'est pas Spherique.

Il est bon pour cela de la considerer comme toute couverte d'eau, ou comme si toute sa masse n'estoit autre chose. Et alors il paroît, par ce qui a esté expliqué cy dessus, que la surface doit estre telle, que, dans quelque endroit que ce soit, le fil, qui soutient un plomb, l'aille rencontrer à angles droits; ayant égard à la pesanteur ensemble, & à la force centrifuge, qui detourne le fil de sa direction vers le centre. Parce que si le fil ne rencontroit pas la surface à angles droits, elle ne pourroit pas demeurer en l'assiete où elle est.

Supposé donc les mesmes choses, que dans la dernière figure



du discours precedent, & aussi ce qui en a esté expliqué; mais faisant la forme de la Terre un peu diminuée & aplatie vers les Poles, en sorte que l'axe PQ soit plus court que le diamètre EA; soit menée B D S R parallèle à KH, coupant EA, PQ en S & R. Puisque le fil KH, qui soutient le plomb, ou plustost sa parallèle BD, doit rencontrer la surface de la mer à angles droits; & puisque ce fil pend en sorte, que KD est à DH, ou DC à CS,

CS, comme la pesanteur absolue à la force centrifuge en D; laquelle raison est composée de celle de la pesanteur absolue, à la force centrifuge en E, qui est comme de 289 à 1, & de celle de cette force à la force centrifuge en D, qui est comme EC à DO; il paroît que la nature de la Ligne courbe EDP est déterminée par la propriété de sa perpendiculaire, comme DR; c'est-à-dire qu'en menant une telle perpendiculaire, toujours la raison de DC à CS doit estre composée d'une raison donnée, & de celle de EC à DO. Ou bien, comme on en peut inferer facilement, que la raison de DO à CS, ou de OR à RC doit estre composée de la dite raison donnée, & de celle de EC à CD.

Or il est difficile de trouver ainsi des lignes courbes par la propriété donnée de leurs perpendiculaires, ou, ce qui est la mesme chose, par la propriété de leur Tangentes. Mais il y a un moyen assez aisé pour cette courbe icy, qui est fondé sur l'équilibre de certains canaux, dont Mr. Newton a donné la première idée.

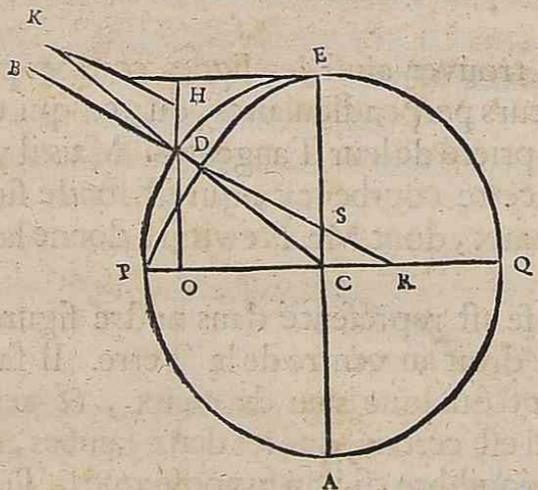
Le canal qu'il suppose est représenté dans nostre figure par ECP, faisant un angle droit au centre de la Terre. Il faut le concevoir comme ayant quelque peu de creux, & rempli d'eau. Ce qui estant, il est certain que les deux jambes, EC, CP, se doivent tenir en équilibre, si l'on suppose que la Terre, estant toute composée d'eau, prend une figure, dont les diamètres soient EA & PQ: parce qu'autrement, cette eau du canal, ne demeureroit pas non plus dans son assiete en la concevant sans canal, contre ce qu'on suppose. d'où il est aisé de trouver la raison de EA à PQ. Car en posant EC $\propto a$; CP $\propto b$, & représentant la pesanteur absolue par une ligne p; & la force centrifuge en E par la ligne n; le poids du canal PC est pb, sçavoir ce qui se fait en multipliant toutes les parties de ce canal également par la ligne p. Mais le poids du canal EC, qui seroit

pa,

pa , est diminué par la force centrifuge de toutes ses parties, des quelles la plus élevée, qui est en E , a la force n ; & toutes les autres parties l'ont proportionnée à celle cy , suivant leur distances du centre D . ce qui fait $\frac{1}{2}na$ pour toute la force centrifuge de l'eau du canal EC , qui estant ostée de son poids pa , reste $pa - \frac{1}{2}na$; qui doit estre égal à pb poids du canal PC . d'où il paroît que a est à b comme p à $p - \frac{1}{2}n$. C'est-à-dire que le diamètre EA de la Terre, est à son axe PQ , comme 289 à 288, ou comme 578 à 577; car la raison de p à n estoit comme 289 à 1.

Pour trouver en suite quelle est la ligne courbe EDP , je m'imagine le canal plein d'eau ECD , & menant DO perpendiculaire sur l'axe PC , je fais $CO \propto x$, & $OD \propto y$; les autres lignes estant nommées comme devant. Il est certain que l'eau de EC & celle de DC se doivent derechef contrebalancer. Et mesme, cela doit arriver

de quelque maniere qu'on conçoive que le canal soit fait, pourvû qu'il aboutisse de part & d'autre à la surface; comme, par ex. s'il alloit par $DOCE$, ou DOP , ou DCP . Maintenant, la force centrifuge de toute l'eau en CD , est égale à celle de l'eau qui rempliroit le canal OD , supposé de mesme largeur; ce qui se voit facilement par la Mechanique des plans inclinez. Mais comme $EC \propto a$, à $DO \propto y$, ainsi est la force centrifuge en E , qui estoit n , à la force centrifuge en D , qui



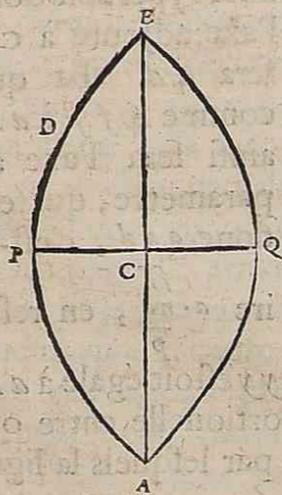
qui sera donc $\frac{n}{y}$. Dont la moitié multipliant le contenu du canal $DO \propto y$, fait la force centrifuge de ce canal $\propto \frac{1}{2}nyy$, qui est donc aussi la force centrifuge du canal CD . Mais la pesanteur de ce canal CD , vers le centre C , est $p\sqrt{xx+yy}$. donc la pression qui reste vers C , sera $p\sqrt{xx+yy} - \frac{1}{2}nyy$: qui doit estre égale à $pa - \frac{1}{2}an$, pression du canal EC , trouvée cy-devant.

Laquelle Equation, en supposant $ap \propto f$, revient à celle-cy,

$$y^4 \propto 4ffyy - 4aaff + 4ffxx - 4afyy + 4a^3f + 2aayy - a^4$$

Qui fait voir que la ligne courbe EDP n'est pas une section de Cone, si ce n'est quand p & n sont égales; c'est-à-dire quand la force centrifuge d'un corps, placé en E , est supposée égale à sa pesanteur vers le centre C . Car alors il paroît que f est égale à a ; & l'Equation devient $y^4 \propto 2aayy - a^4 + 4ffxx$; ou bien $y^4 - 2aayy + a^4 \propto 4ffxx$. & enfin $yy - aa \propto 2ax$. Ce qui marque qu'en ce cas EDP est une Parabole, telle que dans cette figure; ayant le sommet P ; l'axe PC égal à la moitié de CE ; & le parametre double de la mesme CE .

De sorte que si la Terre, ayant le diamètre EA de la grandeur qu'il est, tournoit, sur son axe PQ , 17 fois plus viste qu'elle ne fait; (car alors la force centrifuge en E seroit égale à la pesanteur vers le centre, par la demonstration qui est dans

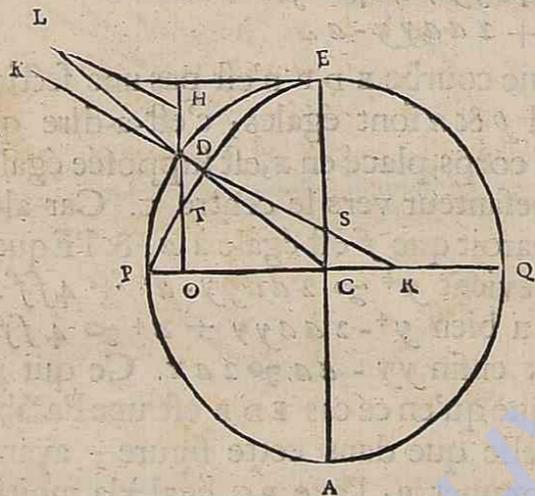


ce Discours) elle auroit la figure du corps que font ces deux demies Paraboles opposées, $P E C$, $Q E C$, en tournant autour de l'axe $P Q$. Et on voit que c'est là la plus grande force centrifuge qu'on puisse supposer; par ce que, si on la faisoit plus grande que la pesanteur, les corps placez en E s'envoleroient en l'air.

Hors de ce cas, si dans l'Equation trouvée l'on fait yy $\propto a z$, estant z une ligne indéterminée, l'on aura

$$z \propto a - 2f + 2 \frac{ff}{a} - \sqrt{4ff - 8f^3 + \frac{4f^4}{aa} + \frac{4ffxx}{aa}}$$

Et mettant d pour $\frac{ff}{a} - f$, viendra $z \propto a + 2d - \sqrt{4da + \frac{4ffxx}{aa}}$



D'où je connois que, co estant x , si la perpendiculaire OT est appelée z ; le point T sera dans une Hyperbole dont l'axe adjouté à CE sera $4d$. Et que comme $4ff$ à aa , ainsi sera l'axe au parametre; qui sera donc $\frac{aad}{ff}$, c'est-à-dire $a \cdot \frac{na}{p}$, en resti-

tuant les valeurs de d & de f . Et parce que yy estoit égale à az , il s'en suit que $DO \propto y$ sera moyenne proportionnelle entre OT & EC . D'où l'on peut trouver les points par lesquels la ligne courbe EDP doit passer.

Or cette ligne satisfait aussi à ce que j'ay dit estre requis; sçavoir que menant DR qui luy soit à angles droits, la raison de

de OR à RC sera composée de la raison de p à n , & de EC à CD , comme cela se peut prouver par le calcul d'Algebre.

J'ay supposé dans tout ce raisonnement que la pesanteur est la mesme au dedans de la Terre qu'à sa surface; ce qui me paroît fort vraisemblable, non obstant la raison qu'on peut avoir d'en douter, dont je parleray après. Mais quand il en seroit autrement, cela ne changeroit presque rien à ce qui a esté trouvé de la figure de la Terre: mais bien alors quand la force centrifuge fait une partie considerable de la pesanteur, ou qu'elle luy est égale, comme dans le cas de la figure Parabolique, qui alors deviendroit tout autre. Au reste quand la force centrifuge en E est tres petite à raison de la pesanteur, comme elle est icy sur la Terre, l'Hyperbole ETP , à cause du grand éloignement de son centre, approche fort de la Parabole, & par consequent EDP ne differe guere de l'Ellipse; ni guere aussi du cercle, parce que EC alors ne surpasse CP que de fort peu; comme il a esté trouvé peu devant, que cet excès n'est que $\frac{1}{77}$ de EC , demi-diametre de la Terre.

Monsieur Newton le trouve $\frac{1}{271}$ de EC , & que ainsi la figure de la Terre differe bien plus de la spherique; se servant en cela d'une tout autre supputation. que je n'examineray pas icy, parce qu'aussi bien je ne suis pas d'accord d'un Principe qu'il suppose dans ce calcul & ailleurs; qui est, que toutes les petites parties, qu'on peut imaginer dans deux ou plusieurs differents corps, s'attirent ou tendent à s'approcher mutuellement. Ce que je ne sçaurois admettre, par ce que je crois voir clairement, que la cause d'une telle attraction n'est point explicable par aucun principe de Mechanique, ni des regles du mouvement. comme je ne suis pas persuadé non plus de la necessité de l'attraction mutuelle des corps entiers; ayant fait voir que, quand il n'y auroit point de Terre, les corps ne laisseroient pas, par ce qu'on appelle leur pesanteur, de tendre vers un centre.

Je n'ay donc rien contre la *Vis Centripeta*, comme Mr. Newton l'appelle, par la quelle il fait peser les Planetes vers le Soleil, & la Lune vers la Terre, mais j'en demeure d'accord sans difficulté: parce que non seulement on sçait par experience qu'il y a une telle maniere d'attraction ou d'impulsion dans la nature, mais qu'aussi elle s'explique par les loix du mouvement, comme on a vû dans ce que j'ay écrit cy dessus de la pesanteur. Car rien n'empêche que la cause, de cette *Vis Centripeta* vers le Soleil, ne soit semblable à celle qui pousse les corps, qu'on appelle pesants, à descendre vers la Terre. Il y avoit long temps que je m'estois imaginé, que la figure spherique du Soleil pouvoit estre produite de mesme que celle qui, selon moy, produit la sphericité de la Terre; mais je n'avois point etendu l'action de la pesanteur à de si grandes distances, comme du Soleil aux Planetes, ni de la Terre à la Lune; parce que les Tourbillons de Mr. Des Cartes, qui m'avoient autrefois paru fort vraisemblables, & que j'avois encore dans l'esprit, venoient à la traverse. Je n'avois pas pensé non plus à cette diminution réglée de la pesanteur, sçavoir qu'elle estoit en raison reciproque des quarez des distances du centre: qui est une nouvelle & fort remarquable propriété de la pesanteur, dont il vaut bien la peine de chercher la raison. Mais voyant maintenant par les demonstrations de Mr. Newton, qu'en supposant une telle pesanteur vers le Soleil, & qui diminue suivant la dite proportion, elle contrebalance si bien les forces centrifuges des Planetes, & produit justement l'effet du mouvement Elliptique, que Kepler avoit deviné, & verifié par les observations, je ne puis guere douter que ces Hypotheses touchant la pesanteur ne soient vrayes, ni que le Systeme de Mr. Newton, autant qu'il est fondé la dessus, ne le soit de mesme. Qui doit paroître d'autant plus probable, qu'on y trouve la solution de plusieurs difficultez, qui faisoient de la peine dans les Tourbillons

lons supposez de Des Cartes. On voit maintenant comment les excentricitez des Planetes peuvent demeurer constamment les mesmes: pourquoy les plans de leurs Orbes ne s'unissent point, mais gardent leurs différentes inclinaisons à l'égard du plan de l'Ecliptique, & pourquoy les plans de tous ces Orbes passent necessairement par les Soleil. Comment les mouvemens des Planetes peuvent s'accelerer & se ralentir par les degrez qu'on y observe; qui malaisement pouvoient estre tels, si elles nageoient dans un Tourbillon autour du Soleil. On y voit enfin comment les Cometes peuvent traverser nostre Systeme. Car depuis qu'on sçait qu'elles entrent souvent dans la region des Planetes, on avoit de la peine à concevoir comment elles pouvoient quelquefois aller d'un mouvement contraire à celui du Tourbillon, qui avoit assez de force pour emporter les Planetes. Mais, par la doctrine de Mr. Newton, ce scrupule est encore osté; puisque rien n'y empêche que les Cometes ne parcourent des chemins Elliptiques autour du Soleil, comme les Planetes; mais des chemins plus étendus, & de figure plus différente de la circulaire; & qu'ainsi ces corps n'aient leurs retours periodiques, comme quelques Philosophes & Astronomes anciens & modernes se l'estoient imaginé.

Il y a seulement cette difficulté, que Mr. Newton, en rejetant les Tourbillons de Des Cartes, veut que les espaces celestes ne contiennent qu'une matiere fort rare, afin que les Planetes & les Cometes rencontrent d'autant moins d'obstacle en leur cours. Laquelle rareté estant posée, il ne semble pas possible d'expliquer ni l'action de la Pesanteur, ni celle de la Lumiere, du moins par les voies dont je me suis servi. Pour examiner donc ce point, je dis que la matiere etherée peut estre censée rare de deux manieres, sçavoir ou que ses particules soient distantes entre elles, avec beaucoup de vuide entre deux; ou qu'elles se touchent, mais que le tissu de chacune soit rare, &

entre-meslé de beaucoup de petits espaces vuides. Pour ce qui est du vuide, je l'admets sans difficulté, & mesme je le crois necessaire pour le mouvement des petits corpuscules entre eux. n'estant point du sentiment de Mr. Des Cartes, qui veut que la seule étendue fasse l'essence du corps; mais y adjoutant encore la dureté parfaite, qui le rende inpenetrable, & incapable d'estre rompu ni écorné. Cependant à considerer la rareté de la premiere maniere, je ne vois pas comment alors on pourroit rendre raison de la Pesanteur: & quant à la Lumiere, il me semble entierement impossible, avec de tels vuides, d'expliquer sa prodigieuse vitesse, qui doit estre six cent mille fois plus grande que celle du Son, suivant la demonstration de Mr. Romer, que j'ay raportée au Traité de la Lumiere. C'est pourquoy je tiens qu'une telle rareté ne scauroit convenir aux espaces celestes.

Il y a plus d'apparence de la concevoir de l'autre façon; parce que les particules s'y peuvent toucher, comme je les ay supposées au dit Traité, & toutefois, à cause de la legereté de leur tissu, resister fort peu au mouvement des Planetes. Car que scait on jusqu'où la nature peut aller à composer des corps durs, avec peu de matiere; sur tout, si des particules tres menues & deliées, ou mesme creuses, peuvent estre infiniment fortes. Mais je crois que, sans considerer la rareté, la grande agitation de la matiere etherée, peut contribuer beaucoup à sa penetrabilité. Car si le petit mouvement des particules de l'eau la rend liquide, & de beaucoup moindre resistance, à l'égard des corps qui nagent dedans, que n'est le sable ou quelque poudre tres fine; ne faut il pas qu'une matiere plus subtile, & infiniment plus agitée, soit aussi d'autant plus aisée à penetrer?

Quoyqu'il en soit, nous voions que la nature ne manque pas d'industrie, pour faire qu'il y ait des espaces, dans lesquels les corps se meuvent avec tres peu de resistance, car cela pa-

roit

roit par ce que nos mains sentent dans l'air, & encore plus par les experiences qu'on fait dans les vaisseaux de verre, dont on a tiré tout l'air; où la plume la plus legere, descend avec la mesme vitesse qu'une balle de plomb. Que si on vouloit soutenir que cela procede de la grande rareté de la matiere qui reste dans ce vuide d'air; j'alleguerois au contraire qu'on y aperçoit l'effet d'une matiere qui pese fort considerablement, comme on a vû dans l'experience cy dessus raportée.

Quant au raisonnement de Mr. Newton dans la Prop. 6. du Livre 3. pour prouver l'extreme rareté de l'ether: sçavoir que les pesanteurs des corps sont comme les quantitez de la matiere qu'ils contiennent; & que, cela estant, si les espaces de l'air ou de l'ether estoient aussi pleins de matiere que l'or & l'argent, ces metaux n'y descendroient pas; parce qu'un corps solide, n'ayant pas une plus grande pesanteur specifique qu'un fluide, n'y scauroit enfoncer. je dis que je suis d'accord que les pesanteurs des corps suivent les quantitez de leur matiere; & je l'ay mesme démontré dans ce present Discours. Mais j'ay aussi fait voir, qu'à ces corps que nous appellons pesants, la pesanteur peut bien estre imprimée par la force centrifuge d'une matiere, qui ne pese point elle mesme vers le centre de la Terre, à cause de son mouvement circulaire & tres rapide; mais qui tend à s'en éloigner. Cette matiere donc peut fort bien remplir tout l'espace autour de la Terre, que d'autres corpuscules n'occupent point, sans que cela empesche la descente des corps qu'on appelle pesants; estant au contraire la seule cause qui les y oblige. Ce seroit autre chose si on supposoit que la pesanteur fust une qualité inherente de la matiere corporelle. Mais c'est à quoy je ne crois pas que Mr. Newton consente, parce qu'une telle hypothese nous éloigneroit fort des principes Mathematiques ou Mechaniques.

Il me dira peutestre, que, quand on m'auroit accordé que

que

que la matiere etherée consiste en des particules qui se touchent, pour transmettre la lumiere; on ne verroit pas pourtant qu'elle observeroit cette regle de ne s'étendre qu'en ligne droite, comme elle fait; parce que cela est contre sa Propos. 42. du 2 Livre. qui dit que le mouvement, qui se repand dans une matiere fluide, ne s'étend pas seulement tout droit depuis son origine, apres avoir passé par quelque ouverture, mais qu'il s'ecarte aussi à costé. A quoy je repons par avance, que ce que j'ay allegué, pour prouver que la lumiere (horsmis en la reflexion ou en la refraction) ne s'étend que directement, ne laisse pas de subsister non obstant la dite Proposition. Parce que je ne nie pas que, quand le Soleil luit à travers une fenestre, il ne se repande du mouvement à costé de l'espace éclairé; mais je dis que ces ondes detournées sont trop foibles pour produire de la lumiere. Et quoyqu'il veuille que l'emanation du Son prouve que ces epanchemens à costé sont sensibles, je tiens pour assuré qu'elle prouve plustost le contraire. Par ce que si le Son, ayant passé par une ouverture, s'étendoit aussi à costé; comme veut Mr. Newton, il ne garderoit pas si exactement, dans l'Echo, l'égalité des angles d'incidence & de reflexion; en sorte que quand on est placé en un lieu, d'où il ne peut point tomber de perpendiculaire sur le plan reflechissant d'un mur un peu éloigné, on n'entend point repondre l'Echo au bruit qu'on fait en ce lieu, comme je l'ay experimenté tres souvent. Je ne doute pas aussi, que l'experience qu'il apporte du Son, qu'on entendroit non obstant une maison interposée, ne se trouvast tout autre, pourvû que cette maison fust placée au milieu de quelque grande eau, ou en sorte qu'il n'y eust rien autour, qui püst renvoyer quelque parcelle du Son par reflexion.

Et pour ce qu'il dit, qu'en quelque endroit qu'on soit dans une chambre, dont la fenestre est ouverte, on y entend le Son de dehors, non pas par la reflexion des murailles, mais venant

dire-

directement de la fenestre; on voit combien il est facile de s'y abuser, à cause de la multitude des reflexions reiterées, qui se font comme dans un instant; de sorte que le Son, qui s'entend comme venant immédiatement de la fenestre ouverte, en peut venir, ou des endroits fort proches, apres une double reflexion. J'avoué donc, que pour ce qui est des ondulations ou cercles qui se font à la surface de l'eau, la chose se passe à peu pres comme l'assure Mr. Newton: c'est à dire qu'une onde, apres avoir passé l'ouverture, se dilate en suite d'un costé & d'autre, & toutefois plus foiblement là que dans le milieu. Mais pour le Son, je dis que ces emanations par les costez, sont presque insensibles à l'oreille: & qu'en ce qui est de la lumiere, elles ne font point d'effet du tout sur les yeux.

J'ay crû devoir aller au devant de ces objections que pouvoit suggerer le Livre de Mr. Newton, sçachant la grande estime qu'on fait de cet ouvrage, & avec raison; puis qu'on ne sçauroit rien voir de plus sçavant en ces matieres, ni qui temoigne une plus grande penetration d'esprit. Il me reste encore deux choses à remarquer dans son Systeme, qui me semblent fort belles, & qui me donneront occasion de faire quelque reflexion. Apres quoy j'ajouteray ce que j'ay trouvé parmi mes papiers touchant le mouvement des corps à travers l'air, ou autre milieu qui resiste; duquel mouvement il traite au long dans le livre 2.

On a vû comment dans le Systeme de Mr. Newton les pesanteurs, tant des Planetes vers le Soleil, que des Satellites vers leurs Planetes, sont supposées en raison double reciproque de leurs distances du centre de leurs Orbes. Ce qui se confirme admirablement par ce qu'il demontre touchant la Lune; sçavoir que sa force centrifuge, que luy donne son mouvement, égale precisement sa pesanteur vers la Terre, & qu'ainsi ces deux forces contraires la tiennent suspendue là où elle est. Car la

Z

re,

distance d'icy à la Lune estant de 60 demidiametres de la Terre, & partant la pesanteur, dans sa region, $\frac{1}{3600}$ de celle que nous sentons ; il falloit que la force centrifuge d'un corps, qui se mouvroit comme la Lune, égalast de mesme $\frac{1}{3600}$ du poids qu'il auroit à la surface de la Terre. Ce qui se trouve effectivement ainsi, & le calcul s'en peut faire aisément, puis qu'on sçait desja que la force centrifuge sous l'Equateur est $\frac{1}{230}$ de nostre pesanteur icy bas.

Mais puisque cet exemple de la Lune prouve si bien la diminution du poids, suivant la raison reciproque des quarez des distances du centre de la Terre ; on pourroit douter s'il n'y auroit pas aux Pendules une autre inégalité, outre celle qui estoit causée par le mouvement journalier. Car si la Terre n'est pas spherique, mais assez pres spheroïde, & qu'un point sous l'Equateur est plus éloigné du centre, que n'est un point sous le Pole, dans la raison de 578 à 577, comme il a esté dit cy-devant ; les pesanteurs estant en ces endroits en raison contraire des quarez de ces distances, il faudroit aussi que le pendule sous l'Equateur fust plus court, que celui dessous le Pole, dans cette mesme raison contraire. C'est à dire que ces pendules seroient comme 288 à 289 ; ou que le pendule sous l'Equateur seroit plus court de $\frac{1}{287}$ de ce qu'il seroit sous le Pole. Qui est justement la mesme difference, qui provenoit cy dessus du mouvement journalier, ou de la force centrifuge. De sorte qu'une Horloge, avec la mesme longueur de pendule, iroit plus lentement sous l'Equateur que sous le Pole, du double de ce qu'elle retardoit par le mouvement de la Terre ; & ainsi cette difference journaliere sous l'Equateur seroit de pres de 5 minutes. Et sous les autres paralleles, on la trouveroit par tout plus que double de ce qu'elle y estoit auparavant. Mais je doute fort que l'experience confirme cette grande variation, puisque j'ay vû que, dans le voiage dont j'ay fait mention, la seule premiere équation suffit, & que la plus que double mettroit, vers
le

le milieu du chemin, trop de difference entre la route du vaisseau, calculée sur le Pendule, & celle qu'il tenoit par l'Estime des Pilotes. Et pour rendre raison pourquoy la seconde variation n'auroit point lieu, je dis qu'il ne seroit par étrange si la pesanteur, près de la surface de la Terre, ne suivoit pas precisement, ainsi que dans les regions plus élevées, la diminution que font les differentes distances du centre ; parce qu'il se peut que le mouvement de la matiere qui cause la pesanteur, soit aucunement alteré dans la proximité de la Terre. comme il l'est apparemment au dedans : puisque sans cela il faudroit dire que la pesanteur, en allant vers le centre, augmenteroit à l'infini ; ce qui n'est point vraisemblable. Au contraire, selon Mr. Newton, la pesanteur au dedans de la Terre diminue suivant que les corps approchent du centre ; mais il se sert à le prouver de son principe, dont j'ay dit que je ne suis pas d'accord.

Ce qui me reste à remarquer touchant son Systeme, & qui m'a fort plû, c'est qu'il trouve moyen, en supposant la distance d'icy ou Soleil connue, de definir quelle est la pesanteur que sentiroient les habitans de Saturne & de Jupiter, comparée à la nostre icy sur la Terre, & quelle encore est sa mesure à la surface du Soleil. Choses qui d'abord semblent bien éloignées de nostre connoissance ; & qui pourtant sont des consequences des principes que j'ay raportez peu devant.

Cette determination a lieu dans les Planetes qui ont un ou plusieurs Satellites, parce que les temps periodiques de ceux cy, & leur distances des Planetes qu'ils accompagnent, doivent entrer dans le calcul. Par lequel Mr. Newton trouve les pesanteurs aux surfaces du Soleil, de Jupiter, de Saturne, & de la Terre, dans la raison de ces nombres, 10000, 804 $\frac{1}{2}$, 536, 805 $\frac{1}{2}$. Il est vray qu'il y a quelque incertitude à cause de la distance du Soleil, qui n'est pas assez bien connue, & qui a esté prise dans ce calcul d'environ 5000 diametres de la Terre, au

lieu que, suivant la dimension de Mr. Cassini, elle est environ de 10000, qui approche assez de ce que j'avois autrefois trouvé, par des raisons vraisemblables, dans mon Systeme de Saturne, sçavoir 12000. Je differe aussi de quelque chose en ce qui est des diametres des Planetes. De sorte que, par ma supputation, la pesanteur dans Jupiter, à celle que nous avons icy sur la Terre, se trouve comme 13 à 10, au lieu que Mr. Newton les fait égales, ou insensiblement differentes. Mais la pesanteur dans le Soleil, qui, par les nombres qu'on vient de voir, estoit environ 12 fois plus grande que la nôtre sur la Terre, je la trouve 26 fois plus grande. D'où s'ensuit, en expliquant la pesanteur de la façon que j'ay fait, que la matiere fluide, auprès du soleil, doit avoir une vitesse 49 fois plus grande que celle que nous avons trouvée pres de la Terre; qui estoit de si à 17 fois plus grande que la vitesse d'un point sous l'Equateur. Voila donc une terrible rapidité; qui m'a fait penser si elle ne pouroit pas bien estre la cause de la lumiere eclatante du Soleil, supposé que la lumiere soit produite comme je l'explique dans ce que j'en ay écrit; sçavoir de ce que les particules Solaires, nageant dans une matiere plus subtile & extrêmement agitée, frappent contre les particules de l'Ether qui les environnent. Car si l'agitation d'une telle matiere, avec le mouvement qu'elle a icy sur la Terre, peut causer la clarté de la flamme d'une chandelle, ou du Camphre allumé, combien plus grande fera t'elle cette clarté par un mouvement 49 fois plus prompt & plus violent?

J'ay vu avec plaisir ce que Mr. Newton écrit touchant les chûtes & les jets des corps pesants dans l'air, ou dans quelqu'autre milieu qui resiste au mouvement; m'estant appliqué autrefois à la mesme recherche. Et puisque cette matiere appartient en partie à celle de la Pesanteur, je crois pouvoir rapporter icy ce que j'en decouvris alors. Ce que je ne feray pourtant qu'en abrégé

bregé & sans y joindre les demomstrations; ayant negligé de les achever, parce que cette speculation ne m'a pas semblé assez utile, ni de consequence, à proportion de la difficulté qui s'y rencontre.

J'examinay premierement ces mouvemens, en supposant que les forces de la Resistance sont comme les Viteffes des corps, ce qui alors me paroissoit fort vraisemblable. Mais ayant obtenu ce que je cherchois, j'appris presque en mesme temps, par les experiences que nous fimes à Paris dans l'Academie des Sciences, que la resistance de l'air, & de l'eau, estoit comme les quarez des viteffes. Et la raison est assez aisée à concevoir; parce qu'un corps, allant par exemple avec double viteffe, est rencontré par deux fois autant de particules de l'air ou de l'eau, & avec double celerité. Ainsi je vis ma nouvelle Theorie renversée, ou du moins inutile. Apres quoy je voulus aussi chercher ce qui arrive lors qu'on suppose ce veritable fondement des Resistances; où je vis que la chose estoit beaucoup plus difficile, & sur tout en ce qui regarde la ligne courbe que parcourent les corps jettez obliquement.

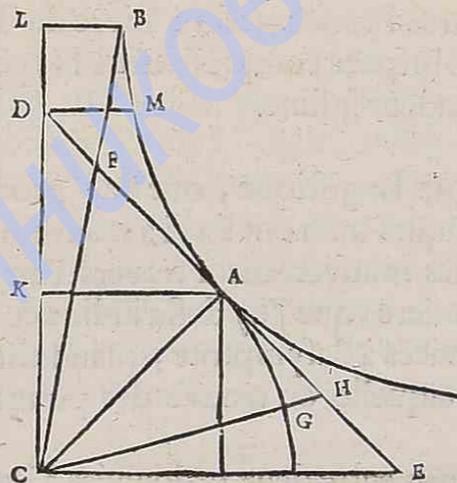
Dans la premiere supposition, où les resistances sont comme les viteffes, je remarquay que, pour trouver les espaces passez en de certains temps, lors que les corps tombent ou montent perpendiculairement, & pour connoître les viteffes au bout de ces temps, il y avoit une ligne courbe, que j'avois examinée long temps auparavant, qui estoit de grand usage en cette recherche. On la peut appeller la *Logarithmique* ou la *Logistique*, car je ne vois pas qu'on luy ait encore donné de nom, quoyque d'autres l'aient encore considerée cy devant. Cette ligne infinie estant ABC , elle a une ligne droite pour Asymptote, comme DE ; dans la quelle si on prend des parties égales quelquonques qui se suivent, comme DG , GF , & que l'on tire des points D , G , F , des perpendiculaires jusqu'à la courbe, sça-

il peut sans résistance, comme le Cercle au Quarré qui luy est circonscrit. Et que la hauteur du premier jet est à la hauteur de l'autre, comme l'espace entre une Hyperbole & son asymptote, terminé par deux paralleles à l'autre asymptote qui soient en raison de 2 à 1, au rectangle où parallelogramme de la mesme Hyperbole. C'est-à-dire, comme, dans la figure suivante, l'espace $A M D K$ au quarré $A C$. Je n'avois point recherché les autres cas, qui sont compris universellement dans la Prop. 9, du 2 Livre de Mr. Newton, qui est tresbelle: & ce qui m'en empêcha, ce fut que je ne trouvois point, par la voie que je suivois, la mesure des descentes des corps, si non en supposant la quadrature de certaine Ligne courbe, que je ne sçavois pas qu'elle dependoit de la quadrature de l'Hyperbole. Je reduisis la dimension de l'espace de cette courbe, à une Progression infinie, $a + \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 + \frac{1}{7}a^7$ &c. Ne sçachant pas que la mesme progression donnoit aussi la mesure du secteur Hyperbolique: ce que j'ay vu depuis, en comparant la demonstration de Mr. Newton avec ce que j'avois trouvé.

Mais par ce que cette Progression, pour la mesure de l'Hyperbole, n'a pas encore esté remarquée que je sçache, je veux expliquer icy comment elle y fert. Soit $A B$ une Hyperbole, dont les asymptotes $D C$, $C E$, fassent un angle droit. le demi axe soit $C A$, perpendiculaire à $D A E$ qui touche l'Hyperbole; & que $A C B$ soit un Secteur, la ligne $C B$ coupant $A D$ en F . Si on prend maintenant $A C$ ou $A D$ pour l'unité, & que $A F$ soit nommée a , qui est une fraction moindre que l'unité, quand $A F$, $A D$ sont commensurables; je dis que, comme la somme de la Progression infinie $a + \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 + \frac{1}{7}a^7$, &c. à 1, ainsi fera le Secteur $A C B$ au triangle $A C D$. Ou si on mene les perpendiculaires $A K$, $B L$ sur l'asymptote, on peut dire la mesme chose de l'espace $A B L K$, qui est egal à ce Secteur, comme on voit aisement par l'égalité des triangles $C A K$, $C B L$. De sorte que cette Progression

gression pour l'Hyperbole, respond à celle qu'à donné Mr.

Leibnits pour le Cercle. par laquelle, si le Secteur du Cercle est $A C G$, ayant pour rayon $A C$, & que $C G$ coupe $A E$ en H ; $A H$ estant nommée a , & $A E$ égale à 1; la somme de la Progression $a - \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 - \frac{1}{7}a^7$ &c. est à 1, comme le Secteur $A C G$ au triangle $A C E$, ou comme l'arc $A G$ à la droite $A E$.



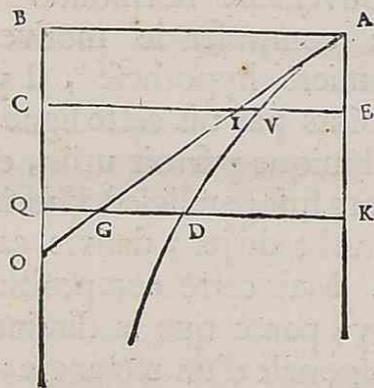
Pour ce qui est de la ligne du jet oblique; s'il suffisoit, dans cette maniere de résistance, de connoitre le mouvement horizontal & le vertical d'un corps, pour en composer le mouvement oblique, ainsi que dans la premiere hypothese, il y auroit moyen de determiner des points par où cette ligne doit passer: & la mesme ligne Logarithmique y seroit utile, estant tournée en sorte que son asymptote fust parallele à l'horizon; & elle mesme seroit derechef la courbe du jet, dans le cas où j'ay dit qu'elle seroit auparavant. Mais cette composition de mouvement n'ayant point lieu icy; parce que la diminution du mouvement retardé, dans la diagonale d'un rectangle, n'est pas proportionnelle aux diminutions par les costez; il est extrêmement difficile, si non du tout impossible, de resoudre ce Probleme.

Le mouvement horizontal estant considéré à part, comme d'une boule qui rouleroit sur un plancher uni, à cela de remarquable icy, qu'il doit aller loin à l'infini, non-obstant la résistance

du milieu, au lieu que, quand la resistance est comme la vitesse, il est borné, & n'atteint jamais un certain terme. Et cette infinité se prouve aisément par la Propos. 5. du 2 Livre du Traité de Mr. Newton, parce que l'espace compris entre l'Hyperbole & ses asymptotes est de grandeur infinie.

Les proprietés de la ligne Logistique, que j'ay promis de rapporter, & dont quelques unes ont servi à trouver ce que j'ay remarqué touchant les mouvemens à travers l'air, sont les suivantes; outre la première, que j'ay desja indiquée, de la proportionalité des ordonnées à l'asymptote, quand elles sont également distantes, par laquelle on trouve des points dans cette ligne.

1. Que les espaces compris entre deux ordonnées à l'asymptote, sont entre eux comme les différences de ces ordonnées.



Ainsi dans cette figure, où AVD est la Logistique, BO son asymptote, & les ordonnées AB , VC , DQ ; dont ces dernières, étant continuées, rencontrent AK , parallèle à l'asymptote, en E , K ; les espaces ABC , VD sont entre eux comme les droites EV , KD .

2. Que les mesmes choses étant posées, & AO étant la tangente au point A , laquelle coupe CE , QK , en I & G ; les espaces AVE , ADK sont entre eux comme les droites VI , DG .

3. Que l'espace compris entre deux ordonnées, est à l'espace infini, qui, depuis la moindre de ces ordonnées, s'étend entre la Logistique & son asymptote, comme la différence des

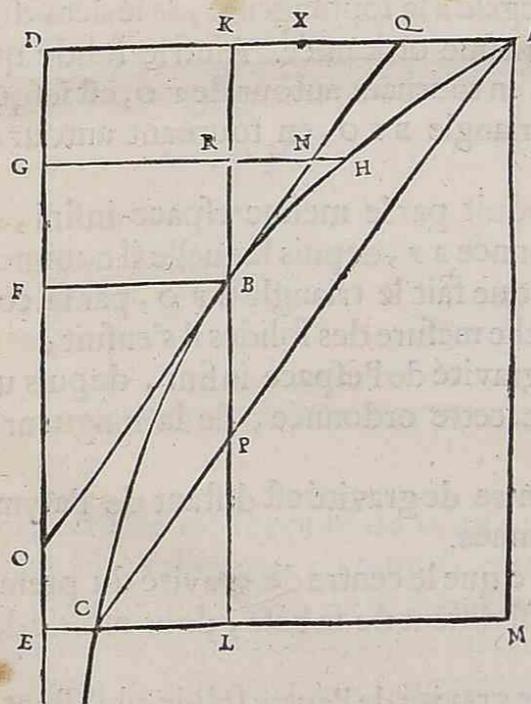
des mesmes ordonnées est à la moindre. Quand je dis que l'espace infini à une certaine raison à un espace fini, cela signifie qu'il approche si près de la grandeur d'un espace donné, qui à cette proportion à l'espace fini, que la différence peut devenir moindre qu'aucun espace donné. Dans la figure précédente l'espace $ABQD$ est à l'espace infini, qui depuis DQ s'étend entre la courbe & l'asymptote, comme KD à DQ .

4. Que la Soutangente, comme BO dans la mesme figure, est toujours d'une mesme longueur, à quelque point de la Logistique que la tangente appartienne.

5. Que cette longueur se trouve par approximation, & qu'elle est à la partie de l'asymptote, comprise entre les ordonnées de là raison double, comme 43429

4481903251804 à
3010399956639811
95; ou, bien pres,
comme 13 à 9.

6. Que s'il y a trois ordonnées, comme dans cette figure sont AD , HG , BF , & que du point de la courbe, appartenant à la moindre, on mene une parallèle à l'asymptote qui coupe les deux autres ordonnées en R & K , & une tangente BQ qui les



coupe en N & Q ; les espaces trilignes ABK , HBR sont entre eux, comme les parties des ordonnées entre la courbe & la tangente, sçavoir comme AQ , HN .

Aa 3

7. Que

7. Que l'espace infini entre une ordonnée, la Logistique, & son asymptote, du costé que ces deux dernieres vont en s'approchant, est double du triangle que font l'ordonnée, la tangente menée du mesme point que l'ordonnée, & la soutangente. Ainsi, dans la mesme figure, l'espace infini, depuis l'ordonnée BF , est double du triangle BFO .

8. Que l'espace, compris entre deux ordonnées, est égal au rectangle de la soutangente & de la difference des mesmes ordonnées. Ainsi, dans la mesme figure, l'espace $ADFB$ est égal au rectangle de la soutangente FO & de KA .

9. Que le solide que fait l'espace infini depuis une ordonnée, en tournant autour de l'asymptote, est sesquialtere du Cone, dont la hauteur est égale à la soutangente, & le demidiametre de la base égal à la mesme ordonnée. Ainsi le solide que fait l'espace infini $BFOC$, en tournant autour de FO , est sesquialtere du cone que fait le triangle BFO , en tournant autour de la mesme FO .

10. Que le solide produit par le mesme espace infini, en tournant autour de l'ordonnée BF , depuis laquelle il commence, est sextuple du cone que fait le triangle BFO , par sa conversion sur BF . De laquelle mesure des solides il s'ensuit;

11. Que le centre de gravité de l'espace infini, depuis une ordonnée, est distant de cette ordonnée, de la longueur de la soutangente.

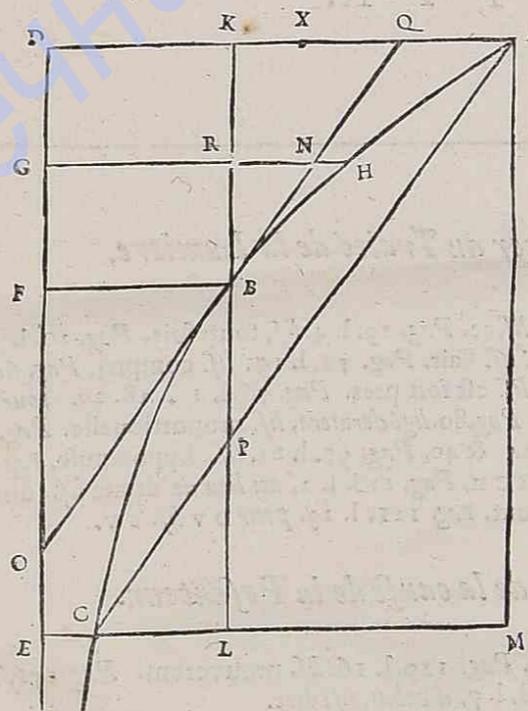
12. Que ce mesme centre de gravité est distant de l'asymptote, du quart de l'ordonnée.

13. J'avois aussi trouvé que le centre de gravité du premier des dits solides infinis, est distant de sa base, de la moitié de la soutangente.

14. Et que le centre de gravité de l'autre solide est distant de sa base infinie, d'une huitieme de son axe.

15. On sçait assez que cette ligne Logistique sert à la Quadrature

drature de l'Hyperbole, depuis les demonstrations du P. Greg. de St. Vincent, touchant les espaces Hyperboliques compris entre deux ordonnées sur une des asymptotes. Et que s'il y a deux tels espaces, dont les ordonnées de l'un soient comme AD à HG dans la dernière figure, & les ordonnées de l'autre comme BF à CE ; ces espaces seront entre eux comme les lignes DG à FE .



Mais on n'a point remarqué, que je sçache, que ces mesmes espaces Hyperboliques sont au Parallélogramme de l'Hyperbole (j'appelle ainsi le parallélogramme dont les costez sont les deux ordonnées sur les asymptotes, tirées d'un mesme point de la Section) comme chacune des lignes DG , FE , à la soutangente FO . De sorte que, si le Parallélogramme de

l'Hyperbole est supposé de $0,4342944819$ parties, chaque espace Hyperbolique, compris entre deux ordonnées à une des asymptotes, sera à ce parallélogramme, comme le Logarithme de la proportion des mesmes ordonnées, c'est à dire comme la difference des Logarithmes, des nombres qui expriment la proportion des ordonnées, au nombre $0,4342944819$; en prenant des Logarithmes de 10 caracteres outre la caracteristique.

Et

Et d'icy il est aisé de verifiser la Quadrature de l'Hyperbole que j'ay donnée dans le Traité de l'Evolution des Lignes Courbes, qui est dans mon *Horologium Oscillatorium*.

F I N.

Fautes à corriger au Traité de la Lumiere.

Pag. 9. l. 1. lisez estant. & l. 17. lis. ce. Pag. 19. l. 4. lis. toutefois. Pag. 20. l. 13. lis. proprietéz. Pag. 43. l. 13. lis. l'air. Pag. 59. l. 15. lis. compris. Pag. 60. l. 16. lis. posay. Pag. 63. l. 25. lis. est fort pres. Pag. 76. l. 1. 28. 29. pour rectangle, lis. parallelogramme. Pag. 80. lig. derniere, lis. proportionelle. Pag. 81. lin. 4. pour No. 53. lisez. No. 34 & 40. Pag. 97. l. 21. lis. hypotenuse. Pag. 98. l. 1. au lieu de est c h, lis. soit c h. Pag. 116. l. 2. au lieu de divise lis. dirige. Pag. 117. l. 6. lis. s'assembleront. Pag. 121. l. 13. pour D V lis. F V.

Au Discours de la cause de la Pesanteur.

Pag. 132. l. 22. lis. je plaçay ce. Pag. 149. l. 16. lis. prouverons. Pag. 151. l. 6. d'enbas, lis. la corde. Pag. 158. l. 7. d'enbas, lis. dire.

~~46. 747.~~

H. 134823

НБ ОНУ імені Г. Мечникова

НБ ОНУ імені І. Мечникова

—
↙

2
—
04

НБ ОНУ імені І.І.Мечникова

1