Sound & Science: Digital Histories

Ango, Pierre. L' optique divisée en trois livres ou l' on démontre d' une maniere aisée tout ce qui regarde 1° la propagation & les proprietez de la lumiere, 2° la vision, 3° la figure & la disposition des verres qui servent à la perfectionner. Estienne Michallet: Paris, 1682.

https://acoustics.mpiwg-berlin.mpg.de/node/1467

Scan licensed under: CC BY-SA 3.0 DE | Max Planck Institute for the History of Science

323

Rara A 5920

Rara

MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE
Bibliothek

10-1067

L'OPTIQUE
DIVISE'E
EN TROIS LIVRES

OU L'ON DE'MONTRE d'une maniere aisée tout ce qui regarde 1°. la Propagation & les proprietez de la Lumiere. 2°. La Vision. 3°. La figure & la disposition des Verres qui servent à la perfe-fectionner.

Par le P. PIERRE ANGO, de la Compagnie de JESUS.

A PARIS,
Chez ESTIENNE MICHALLET, rue S. Jacques, à l'Image S. Paul

M. DC. LXXXII.
Avec Privilege du Roy.

A

MONSIEUR....

DE L'ACADEMIE ROYALE

DES SCIENCES.

MONSIEUR,

Il me seroit difficile de présenter ce petit Livre à une personne dont la réputation luy put faire plus d'honneur. Tout le monde sçait le rang que vous tenez dans vôtre illustre Academie. Les Emplois considerables qu'on vous y donne tous les

jours, ſont ſuivis d'un pareil ſuccez, par l'application, que vous apportez à obſerver tout ce qui peut contribuer à l'eſtabliſſement des Sciences les plus-utiles au public ; comme perſonne n'a jamais travaillé avec plus de conſtance & de fidelité que vous, l'avantage que la poſterité retirera de vos ouvrages rendra nôtre ſiécle recommandable ; ils contribueront beaucoup à la gloire du Roy qui ſçait allier ſi heureuſement les Sciences auec les Armes, & vôtre nom ſera mis au rang de ceux des Hommes Illuſtres.

C'eſt, MONSIEUR, ce qui m'a engagé à vous demander que vous euſſiez la bonté de ſouffrir, qu'il parut au commencement de ce Livre, pour avoir lieu d'y publier l'obligation que je vous ay d'avoir bien voulu, que je vous conſultaſſe quelquefois dans mes doutes ; & pour y pouvoir dire à

la gloire de mon ouvrage, que dans les conferences que nous avons eües ensemble sur les matieres que je traite, j'ay été assez heureux pour me rencontrer le plus-souuent dans vos sentimens.

Que s'il avoit esté en mon pouvoir de vous faire une entiere confidence, & si mes papiers avoient esté entre mes mains, lorsque j'ay eu l'honneur de vous voir icy; je me persuade que vous auriez bien voulu vous donner la peine de les revoir, & j'en aurois sans doute tiré un avantage tres-considerable. Je les soumets après leur impression à vôtre censure, & vous me trouverez toujours disposé à profiter de vos avis.

Ie voudrois avoir pû ajouter quelque chose à l'article, où je parle de la grandeur apparente du Soleil, quand il est proche de l'horizon, & expliquer plus précisément la rai-

son, pour laquelle le telescope semble ne le pas faire paroistre plus grand qu'à midy ; mais depuis la conference que nous avons eüe ensemble, cela n'a pas été en ma liberté.

Ie pense, MONSIEUR, *vous avoir dit, que comme on a si fort travaillé dans ces derniers temps sur l'Optique, mon dessein n'est autre, que de mettre de l'ordre dans tout ce que l'on a trouvé sur cette matiere. Cela me donne la liberté de me servir de tout ce qu'il y a de meilleur dans les autres ; & j'espere que comme vous m'avez fait paroistre que ce dessein vous plaisoit, vous aurez aussi quelque sujet d'être satisfait du premier traité de mon Livre ; car vous verrez qu'il comprend tout ce que l'on peut dire de beau & de solide, sur la Propagation & sur les proprietez de la lumiere, sur les Couleurs, & mesme sur les sons, dont je parle*

d'abord, pour avoir lieu de faire mieux concevoir ce que je dis après de la lumiere.

Ie m'y ſuis ſervi de quelques-unes des penſées du feu Pere Pardies, qui vous paroiſtront encore nouvelles, & qui ſont en meilleure forme que ce Pere ne les avoit laiſſées dans les memoires que vous ſçavez que j'ay eu long-temps entre les mains.

I'eſpere auſſi que vous ſerez content du ſecond traité, où j'explique comment ſe fait Viſion. Mais ſur tout je me flatte que le troiſiéme où je parle des moyens d'aider la meſme viſion, & qui fait encore partie de la Dioptrique, vous agréra par l'ordre que j'y ay gardé, & par les obſervations que j'y ay faites, pour deſabuſer ceux qui ont cru juſqu'à preſent que les verres elliptiques & hyperboliques eſtoient les meilleurs pour les lunettes.

J'ay pris des moyens pour rendre ces matieres intelligibles a tout le monde, évitant les difficultez des démonſtrations trop abſtraites; & je me ſuis abſtenu de parler de toutes les menuës inventions que certains Auteurs vantent extrémement; & où ſe trouve ſi peu d'utilité, que cela ne ſert qu'à decrediter les Sciences.

Si j'avois eu l'avantage de vous voir plus ſouvent en ce païs-cy, j'aurois ſans doute mieux réüſſi. Vous ne doutez pas que quand j'ay l'honneur de vous y voir, ce ne ſoit avec bien du plaiſir, & que je ne ſois avec toute l'eſtime & tout le reſpect poſſible,

MONSIEUR,

De la Fleche le 20. Ianvier 1682.

Vôtre tres-humble & tres-obeïſſant Serviteur, P. ANGO, de la Compagnie de JESUS.

L'OPTIQUE.

LIVRE PREMIER

OU

L'ON EXPLIQUE TOUTES les proprietez de la lumiere par le moyen du mouvement D'ONDULATION.

JE ne veux pas mettre icy tout ce que je me suis réservé de dire dans la Physique touchant la lumiere. Je n'ay dessein de parler que de ses proprietez ; & comme Aristote * raisonne de sa production & de la proprieté des autres qualitez sensibles, à peu prés comme il raisonne de la production de

* C'est la pensée de S. Thomas. Et en effet Aristote qui semble dire au ch. viii. du liv. 2. de l'Ame, que le son n'est autre chose que le mouvement de l'air, dit aprés au ch. iii. du Sens.

ment des choses sensibles, qu'il n'a considéré là que par rapport à l'impression qu'il estoit capable de faire sur l'organe, & il entreprend de le considérer en soy.

la forme substantielle, qu'il veut être dépendante de l'assemblage & de la combinaison de divers accidens, qui soient comme ses dernieres dispositions ; je me retrenche à la seule consideration du mouvement, qui sert aussi, selon ce Philosophe, comme de derniere disposition à la lumiere, pour estre reçeuë dans les sujets qui en sont capables & qu'elle demande aussi consequemment pour y être conservée. Je ne parleray donc pas icy proprement en Philosophe, mais en Geometre ; & aprés avoir déclaré quel est ce mouvement, je m'en serviray pour démontrer toutes les proprietez de la lumiere.

1. Dessein général de cet Ouvrage.

Si les prétendus Philosophes qui ont écrit reçemment sur la Physique, avoient voulu faire ce discernement, ils n'auroient pas donné le nom de Physique à leurs écrits, qui ne sont en effet qu'un amas de divers traitez de la Mechanique naturelle, que la nature observe dans la production des choses ; & s'ils avoient esté de meilleure foy, bien loin de reprocher à Aristote qu'il ne s'explique

2. Comparaison de la Physique d'Aristote avec celle des récens.

dans les matieres de Physique que par des termes abstraits, & qui, comme ils affectent de le dire, *ne laissent aucune idée distincte dans l'esprit*, ils auroient reconnu qu'il n'est point de Philosophe qui ait plus estudié cette Mechanique naturelle, dont je viens de parler, qui ait dit plus de chose de la nature & des proprietez des mouvemens, qui servent de disposition à la production des qualitez sensibles, qui explique ensuite plus précisément toutes leurs proprietez par ces sortes de mouvemens, & enfin qui ait fait une Physique plus complete & mieux établie, comme on le peut concevoir de ce que j'ay dit dans la Preface; & comme l'avoüeront eux-même ceux qui ne m'en voudront point croire, & qui voudront lire ses écrits: car je suis seur que s'ils veulent lire seulnment le Chapitre huitiéme du Livre second du Traité qu'il a fait de l'Ame, & la section onziéme où il parle du son; je suis seur, dis-je, qu'ils reconnoîtront qu'en effet il n'y a point de Philosophe récent, qui en ait parlé plus préci-

sément que luy, & qu'ils m'accorderont même, s'ils ont de la bonne foy, que jamais pas un d'eux n'a rien dit, ny de sa propagation ny de ses differences, c'est à dire de la consonance & dissonance, qu'Aristote n'ait dit devant luy, & plus raisonnablement que luy, puisque sans confondre la Physique avec la Méchanique, & les principes des choses avec les choses même, il éclaire à même temps l'esprit, & ne dépoüille point la nature du plus bel ornement dont son Autheur l'ait pu révêtir; je veux dire de toutes les qualitez réelles & sensibles, qui font de cet Univers un sejour aussi agréable qu'il est hideux en soy, quand on le considere avec ces nouveaux Philosophes, qui n'en font qu'un amas de differentes poussiéres agitées differament, selon que leur caprice leur a fait concevoir qu'elles devroient être remuées, pour determiner l'ame à se tromper agréablement soy-même, lors qu'elle croit toûjours que le sentiment qu'elle a des qualitez sensibles, n'est pas une pure pensée & une pure idée qui n'a

3. *Les defauts & les suites fâcheuses de la doctrine des récens.*

rien de réel dans la nature, qui luy corresponde, & qui luy soit semblable.

S'ils veulent encore lire le reste des ouvrages de ce Prince des Philosophes, & entr'autres celuy qu'il a fait du sentiment & des choses sensibles, ils verront qu'il raisonne de même, à proportion de toutes les autres qualitez, comme il raisonne de la nature & des proprietez du son, & ils trouverent sans doute dequoy se satisfaire dans chacune des parties de sa Physique, où ils apprendront une infinité de belles choses, & où ils reconnoîtront, comme je l'ay déja dit, que personne n'a rien dit de plus que ce qu'il a dit luy-même, sur toutes les matieres qui sont propres de cette science, excepté qu'il n'a pas eu la connoissance de quelques nouvelles découvertes que l'on a fait dans ces derniers temps, & sur lesquelles on a appuyé quelques nouveaux raisonnemens qui ne sont pas contraires aux principes, sur lesquelles la Physique est établie.

4. *Liaison de la doctrine d'Aristote & de ses avantages.*

C'est en me conformant à ses pensées que je vas m'appliquer unique-

ment à raisonner sur les proprietez de la lumiere, sans examiner ce qu'elle est en soy ; parce qu'outre que cela est du ressort de la Physique, je puis supposer avec luy que nous la connoissons assez par le sentiment, qui en est le seul juge*: mais parce que toutes les proprietez de la lumiere dépendent du mouvement par lequel cette belle qualité est produite ; je commenceray par expliquer en quoy il consiste & quelle est sa nature.

* *Cujus autem est visus, hoc est visibile, visibile autem est color lib. 2. de anima text. 66. & eodem lib. text. 63. Unusquisque sensus jud. cat de his & non decipitur.*

Je dois vous faire remarquer d'abord que l'air est capable de compression & de dilatation, & comme cela se peut concevoir en diverses manieres ; vous trouverez bon que je vous dise en peu de mots, celles dont je me suis imaginé que cela se pouvoit faire ; parce qu'elle viendra peut-être mieux à mon dessein, que celle que vous pourriez vous figurer vous-même.

1. *L'air est capable de compression & de dilatation.*

Je veux donc qu'aprés avoir été comprimé, il ait de soy ou par l'impression qu'il reçoit de quelque agent exterieur, la force de se dilater & de se remettre en son premier état. Que l'on puisse le comprimer, c'est une

chose que l'experience montre tous les jours, & la force qu'il a de se remettre en son premier état ne nous est pas moins connuë ; voilà la maniere dont j'ay pensé que l'on pourroit faire concevoir comment cela se peut faire. Je me figure l'air comme un corps spongieux de sa nature,* & sans m'estendre à le prouver par quantité de raisons fort plausibles, & fondées sur diverses experiences (parce que cela appartient à la Physique, je conçois qu'il y a dans tout cet Univers une autre substance, qu'Aristote appelle du nom d'Æther*, qui est infiniment plus subtile que l'air, parce qu'elle est liquide en toutes ses parties, & qu'elle est, pour cette raison, tres-propre à remplir tous les vuides qui sont entre les parties des autres corps naturels. Troisiémement je suppose que le firmament qui est un corps tout solide, & que l'Æther ne peut pénetrer comme les autres, à cause qu'il n'a point de pores, le renferme, comme dit Aristote,* & qu'il le tient même pressé vers le centre de tout l'Univers,

6.
Hypothese pour expliquer cette proprieté de l'air.

* *Aër prælaxo contextu & hiatu lento est Problem. sect. 25. num. 22.*

* *Est autem locus ultimus tangens mobile corpus, terminus quiescens, & ob hoc terra quidè in aqua est, hæc in aëre, hic autem in æthere & ætherin Cælo. Phys. lib. 4. textu 46. Metheor. lib. 1. cap. 4. vocat ætherem ignē.*

7.
L'air est pressé dâs l'Univers.
* *In sua enim regione omnia*

gravitatem habent præter ignem 5 etiam aër ipse lib. 4. de Calo text. 32.

vers lequel conſequemment tous les autres corps naturels ſont portez avec d'autant plus de force, que leurs parties ſont plus ſolides & plus groſſieres.

**Sol qui maximè videtur calidus, videtur albus, ſed non ignem exiſtens. Meteor. lib. 1. cap. 3. in fine.*

Si l'on conçoit que le Soleil & les Eſtoiles ſont comme autant de flammes ſans chaleur, *dont toutes les parties beaucoup plus ſubtiles que celles de la flamme ordinaire, ſont auſſi dans une agitation beaucoup plus grande, outre qu'elles ont encore un mouvement particulier autour de l'axe de chacun de ces aſtres, on n'aura pas de peine à croire que leur agitation contribuë beaucoup à tenir l'air, & toute la ſubſtance liquide qui remplit cet univers, preſſée contre la terre. Comme on voit même qu'il ſort des vapeurs du corps du Soleil qui l'épaiſſiſſent quelquefois, & qui forment comme des nuages autour de luy, on s'imaginera aiſément que ce grand corps qui eſt au moins 36000 fois plus grand que la terre, pour ainſi parler, & qu'étant reciproquement comprimé & dilaté à peu prés comme la flamme

8.

Le Soleil & les Aſtres contribuënt à cette preſſion.

d'un flambeau, il communique ensuite ce mouvement à toute la substance ætherée qui l'environne, comme nous voyons que la flamme d'une chandelle qui s'enfle en recevant les parties de la cire dont elle se nourrit & qui se des-enfle reciproquement en les rejettant, communique assez sensiblement à tout l'air qu'elle éclaire un espece de tremblement dont il est agité comme par secousses.

Quoy qu'il en soit de toutes ces choses, il est seur que nous avons des experiences * convaincantes, qui montrent que toute la masse de l'air est fort pressée contre la surface de la terre, quoyque d'ailleurs les feux soûterrains, la chaleur que produit icy-bas le Soleil & les autres Astres, * la respiration & le mouvement de tant d'animaux qui l'agitent continuellement, empêchent qu'elle ne soit comprimée & pressée autant qu'elle le pourroit être, & qu'ainsi il se puisse toûjours faire diverses compressions de ses parties en divers endroits où les agens naturels sont capables de les épaissir & presser davantage.

*Voyez Boyle & le Livre de l'equilibre des Liqueurs.

9.
Il n'est pas aussi pressé qu'il le pourroit être.

* *Quare & propter motum aër prohibetur congregari in aquam: sed semper quæcunque particula ipsius gravescit, & extruso in superiorem locum*

Salido deorum fertur &c. Metheor. lib 1. cap. 3. sub finem.

Aprés toutes ces suppositions que je viens de faire, pour me donner lieu de m'expliquer sur ce que j'ay à dire du mouvement d'Ondulation d'une maniere plus sensible, & pour faire mieux comprendre comment il est possible que l'air soit comprimé & dilaté, comme l'experience le montre, je n'ay plus qu'une chose à adjoûter, qui regarde le mouvement de vibration, dont celuy d'Ondulation dépend, & dont il pourroit même en quelque façon n'estre pas distingué, quoy qu'il soit plus à propos de le faire, comme on le concevra de ce qui sera dit dans la suite, & comme on le verra encore mievx dans le Traité exprés que l'on pourra faire de ce même mouvement de Vibration, où il y aura de tres-belles choses à dire. Voicy ce qu'il en faut à present remarquer.

10. *Distinction du mouvement de Vibration & d'Ondulation.*

Premierement on sçait que ce mouvement est propre des corps graves, liquides ou autres, quand ils sont en équilibre, ou librement suspendus, & que l'on a commencé de leur donner du mouvement. Secondement

ceux qui ont quelque connoiſſance des principes de la Méchanique, & qui ſçavent que le mouvement eſt comme une ſeconde force qui eſt adjoûtée à celle du poids & qui augmente toûjours juſqu'au lieu où la peſanteur des corps les porte, conçoivent aſſez que les corps ſuſpendus, comme ceux qui ſont attachez aux pendules, aprés avoir eſté tirez du lieu où ils étoient auparavant en repos, le paſſent toûjours en y retournant, en ſorte qu'ils doivent même remonter preſque auſſi haut, aprés l'avoir paſſé, que le lieu dont ils étoient deſcendus pour y retourner. Ils ſçavent encore que cela ſe fait par la même raiſon, qui fait que les corps qui ſont en équilibre, comme ſont, par exemple, deux colomnes d'eau d'égale hauteur, s'entr'élevent reciproquement l'un l'autre quand un d'eux a une fois commencé à ſe mouvoir. Enfin ils ſçavent & par l'experience & par le raiſonnement que ces mêmes corps ne doivent pas s'arrêter auſſi-tôt aprés qu'ils ont commencé à ſe mouvoir, parce qu'ils

11. *Ce que c'eſt que le mouvement de vibration.*

doivent estre toûjours reciproquement portez, pendant tout le temps que le mouvement dure tantôt au deça & tantôt au delà du lieu de leur repos.

Ce sont les allées & les venuës qui portent & qui reportent reciproquement ces corps tantôt au deçà & tantôt au delà du lieu de leur repos, que l'on appelle le mouvement de Vibration & le mouvement propre d'Ondulation, comme est celuy qui se fait dans des substances compressibles, suppose outre cela quelque compression & quelque dilatation des parties des corps où ce mouvement se passe ; & par consequent il suppose qu'il se presse dans un corps dont toutes les parties ne sont point trop embarrassées, mais uniformement couchées les unes sur les autres, comme sont les parties de l'air, & comme sont les fibres des muscles du corps humain, qui peuvent servir à nous donner d'abord une idée grossiere de ces sortes de mouvement, & à faire concevoir les raisons que nous avons euës de supposer toutes les choses

12. *Ce que c'est que le mouvement d'Ondulation.*

que nous avons dites. Car il eſt conſtant qu'il y a des eſprits dans ces muſcles qui ſont tres-ſubtils, & qui, lors qu'ils y ſont portez, s'inſinuënt entre les fibres de ces mêmes muſcles pour les enfler ; que lors qu'ils y ont eſté portez & reportez ſouvent, dans les actions violentes, paſſant & repaſſant avec beaucoup de viteſſe d'un muſcle dans l'autre qui eſt ſon antagoniſte, leur mouvement ne ceſſe pas ſi-tôt, & qu'on le reconnoît ainſi manifeſtement par l'agitation & par le tremblement des membres qui ont eſté employez dans l'action ; car ce tremblement dure un temps conſiderable, pendant lequel on ne peut pas l'arrêter.

Les muſcles donc s'enflent & ſe des-enflent reciproquement par le mouvement des eſprits, qui paſſent & repaſſent de l'un dans l'autre, & ce ſont leurs allées & leurs venuës qui nous repreſentent le mouvement de Vibration, comme la compreſſion & la dilatation réciproque des muſcles, nous répréſentent le mouvement d'Ondulation : car c'eſt le mo

usité maintenant parmy les Philosophes de ce temps, qui comparent les renflemens & les compressions des parties de l'air, que demande Aristote* pour la production du son, aux ondes que l'on croit s'élever sur la surface d'une eau bien tranquille, lors que l'on y jette une petite pierre ou qu'il y tombe une goutte de pluye; car ils prétendent que ces ondulations de l'eau peuvent beaucoup servir à faire comprendre toutes les proprietez de ce mouvement qu'Aristote appelle, au lieu que j'ay cité, un mouvement de secousse*.

* *Ait ibi alius atque alius aër perpetua vicissitudine producit præcedentemque subsequens minor 13. est Probl. sect. 11 num. 6.* à quoy on le peut comparer.

* *Oportet quod percutiatur regulare esse ut aër resiliat & conservetur. lib. 2. de anima. text. 87.*

14. *Le P. Pardies avoit commencé d'écrire sur ce mouvement.*

Le P. Pardies, dont j'avouë que j'ay tiré une partie de ce qu'il y a de meilleur dans ce Traité qu'il avoit commencé peu de temps avant sa mort & qui m'est tombé ensuite entre les mains sans estre achevé, parce qu'elle ne luy permit pas de digerer ses pensées sur ce sujet & de mettre la derniere perfection à son ouvrage, s'en sert luy-même avantageusement pour expliquer ses principales proprietez; & nous allons voir ce qu'on en doit dire.

Premierement donc il eſt manifeſte que l'air que l'on auroit fort comprimé dans un balon par exemple, que l'on auroit bien remply, ne pourroit ceſſer d'eſtre preſſé dans ce balon, s'il venoit tout-d'un-coup à crever, que l'*Æther* qui ſeroit preſſé luy-meſme, comme on voit aſſez qu'il le doit eſtre dans tous les pores de tout l'air circonvoiſin, trouvant dans celuy que le balon tenoit renfermé, d'autres pores, qu'il pourroit étendre facilement, n'y entrât incontinent avec impetuoſité, & qu'il n'étendît cet air & ne le dilatât même, ſelon ce qui a eſté dit cy-deſſus, au delà des bornes de ſon état ordinaire. On conçoit même qu'il le devroit faire avec d'autant plus de facilité, que les pores de tout l'air d'alentour ne pourroient ſe vuider, qu'il ne ſe reſſerrât en même temps, & qu'il ne donnât par ce moyen encore plus de liberté à celuy qui ſeroit ſorty du balon, de s'étendre. Voilà donc un mouvement & une vibration de l'*Æther*, jointe avec l'ondulation de l'air & avec le renflement de l'une de ſes

15. *Comme ſe forment les Ondulations dans l'air.*

parties : mais elle ne pourroit pas demeurer long-temps en cet état ; l'*Æther* qui l'auroit trop dilatée, & qui se trouveroit pour cela trop pressé dans ses pores, seroit contraint d'en ressortir incontinent pour rentrer dans les pores de l'air circonvoisin, aprés qu'il se seroit resserré, comme on a dit qu'il l'auroit deu faire ; & comme on comprend assez que ce même air qui se seroit resserré ne se dilateroit pas seulement aprés cela par le reflux de l'*Æther* qui luy viendroit de la premiere partie de l'air qui avoit esté comprimé dans le balon ; mais encore par la décharge qu'un troisiéme air, qui l'environneroit, en devroit faire dans ses pores ; on voit aussi fort clairement qu'il se devroit ensuite de cela former une troisiéme Ondulation tout au tour de la seconde & puis une quatriéme autour de la troisiéme, & autour de toutes-celles-là plusieurs autres qui devroient toûjours croître, tant que dureroit le mouvement, & qui devroient s'étendre dans un grand espace d'air, comme autant de spheres

differentes composées du mesme air, qui seroient reciproquement comprimées & dilatées chacune dans leurs places. Car comme on le peut aisément comprendre de ce que je viens d'en dire, ce mouvement n'est proprement point un mouvement de transport ; ce sont des spheres d'air qui sont d'abord comprimées, & qui se remettent ensuite en leur premier estat en la maniere & par la raison que nous avons dite.

17. *Ce mouvement n'est point un transport.*

On est trompé d'abord quand on fait la comparaison de ce mouvement avec ces Ondulations que j'ay dit qui se forment sur la surface de l'eau par la chute d'une petite pierre que l'on y jette, ou par une goutte de pluye : car on s'imagine en voyant les cercles de ces Ondulations croître & comme se reculer de plus en plus du lieu où la pierre est tombée, que les parties de l'eau sont necessairement transportées ; mais c'est une pure illusion de la veuë qui nous trompe pour lors, & qui peut elle-même nous desabuser par la consideration d'un mouvement tout semblable qui se fait dans toutes

17. *On le preuve par l'experience.*

les parties d'une corde ou d'une toile bien tenduë, car en secoüant par un bout, on voit manifestement qu'il s'y forme des Ondulations toutes pareilles à celles qui se remarquent sur l'eau, & que nous y venons de considerer; cependant on est persuadé qu'il ne se fait aucun transport des parties de la toile ou de la corde, & que ces Ondulations que l'on y voit paroître ne sont produites que par l'agitation de chaque partie de cette corde ou de cette toile qui s'éleve & qui s'abaisse au lieu où elle est, sans se déracher pour changer de place.

Ce que l'on a dit cy-dessus peut suffire pour rendre raison de tous ces mouvemens & pour prouver qu'ils se doivent faire de la sorte; & pour ce qui regarde les cercles qui s'élevent sur la surface de l'eau, il est aisé de comprendre que les parties de la même eau qui ont été poussées & écartées par la pierre, sont repoussées incontinent par toutes les parties qui les environnent, & qu'ayant par consequent plus de mouvement qu'il ne leur en faut pour se rejoindre, elles

18. *Comment les Ondulations se forment sur la surface de l'eau.*

doivent s'élever les unes contre les autres & produire une petite tumeur à l'endroit où la pierre s'eſt enfoncée. On doit donc enſuite concevoir que les parties de l'eau, qui ne peuvent demeurer en cét eſtat, doivent redeſcendre, & que le mouvement, qu'elles acquierent en redeſcendant, les doit porter plus-bas que le niveau de ſa ſurface ; ce qui ne ſe peut faire, qu'elles n'élevent un peu celles d'alentour, c'eſt à dire qu'elles n'élevent tout autour d'elles une petite tumeur circulaire, qui en s'abaiſſant auſſi comme la premiere au deſſous du niveau de la ſurface de l'eau, en produit une ſeconde, & celle-cy une troiſiéme, qui eſt aprés cela ſuivie de toutes les autres, dans toute l'étenduë de cette ſurface.

19. *Vtilité de ce mouvement.*

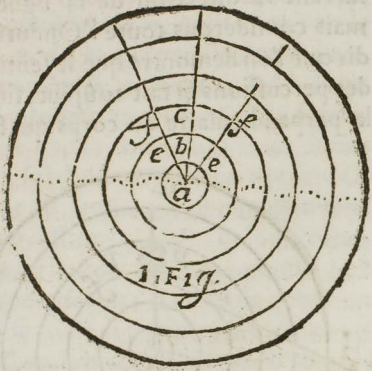
Ce mouvement donc, comme vous voyez, qui ſert de jeu & de divertiſſement aux enfans, peut donner des ſujets differens de mediration aux Philoſophes & aux Geometres, qui ne vous paroîtront pas moins agréables qu'ils ſont utiles comme vous l'allez reconnoître par la ſuite de tout

ce discours ; Car premierement si nous voulons faire attention à ce que nous venons de dire, & considerer tout de nouveau comme les cercles qui s'élevent sur la surface de l'eau ne sont produits que par l'agitation des parties de la même eau, qui sans s'éloigner du centre du mouvement qui est en *a*, communiquent leur agitation aux autres qui en sont plus éloignées; nous reconnoîtrons sans doute que cette communication d'agitation se doit toûjours faire en ligne droite, & que la partie *b* par exemple ne la peut communiquer qu'a la partie *c* qui se trouve au delà en ligne droite ; la raison en est, qu'ayant à ses côtez d'autres parties *e.e.* aussi élevées qu'elle l'est elle-même, elle ne trouve sa pente que vers *c*, comme les parties *e. e*, ne trouvent la leur que vers *f. f*, qui sont des points oppofez en ligne droite au centre du mouvement *a*. Voilà donc des lignes droites suivant lesquelles l'impulsion des parties de l'eau se communique ; & comme elles partent toutes d'un même centre, vous voyez que l'on peut non seule-

10. *Communication de ce mouvement.*

ment les considerer comme autant de rayons ; mais encore qu'on peut déja commencer à les appeller de ce nom.

21 par des rayons.

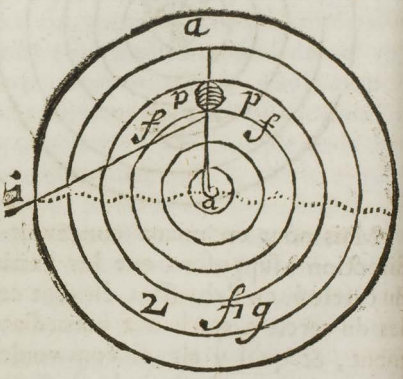


1. Fig.

Mais pour en mieux concevoir la direction, supposons que les parties du cercle *b*. en l'abaissant élevent celles du cercle *c*. qui le suit immediatement, & qu'il y ait, si vous voulez, une main en *c*. qui ait le sentiment assez delicat, pour discerner par le toucher d'où luy vient l'impulsion & le mouvement : je dis que selon ces regles des percussions, la main se sentira frappée en *c*. par l'Ondulation qui s'y forme, comme si cette per-

percuſſion luy venoit du point *a.* Ne conſiderons donc plus cette partie *c.* comme ayant receu ſon mouvement ſuivant la direction de la ligne *a. c*; mais conſiderons toute l'Ondution; je dis que l'on demontre que le ſentiment des percuſſions ſe fait toûjours ſuivant la perpendiculaire du corps qui frape,

22. Direction de ces rayons.



& qu'ainſi, en conſiderant cette ondulation *c.* comme un corps *f. c. f.* qui vient fraper le corps O. en *c.* en tiran la tangente *p. c. p.* & la perpendiculaire *c. a. n.* la percuſſion s'en devra faire comme ſi le corps *f. c. f.* eſtoit venu d'*a*, de quelque autre côté qu'il

vienne : car en effet quand il seroit venu d'un autre point *i.* & que *c.* seroit venu par *i.c.* on demontre toûjours que le corps O. estant frappé ne seroit jamais pousſé vers *m.* mais bien vers le point *n.* de la perpendiculaire *a c.n.* tout comme si le point *c.* & le corps *f. c. f.* estoient venus d'*a.* Si l'on suppose donc que la main dont nous avons parlé, soit mise en la place du corps *O.* comme le sentiment que nous avons des percussions, n'est qu'une experience de l'effort qui nous pousse vers quelque endroit, il est clair que cette main se doit sentir frappée en *c.* où elle est en la place du corps *O.* comme si la percussion luy venoit du point *a.* d'où se tire la perpendiculaire à l'Ondulation qui la frappe.

Pour ce qui est de la force qu'auroient ces Ondulations pour exciter du sentiment dans un corps qui en seroit capable, il est clair qu'elle doit diminuër à mesure que les Ondulations augmentent : mais il y a icy trois choses qui sont dignes de consideration, & qui seront d'un grand usage dans tout ce discours ; la premiere, 23. Leur force

que comme les Vibrations d'une même corde bien tenduë se font toutes dans un temps égal (ce que l'on s'est reservé de demontrer fort clairement dans le traité du mouvement de Vibration) on doit aussi dire que la derniere Ondulation ne doit pas estre plus de temps à monter & à redescendre que la premiere, quoy qu'elle soit moins forte. La seconde chose qu'il faut remarquer, & qui suit de la premiere, c'est que toutes les Ondulations doivent s'entresuivre avec une égale viteſſe, en sorte que la troisiéme n'employe pas plus de temps à s'élever aprés la seconde, que la seconde en a employé à s'élever aprés la premiere; & c'est ce que l'on remarque même à l'œil qui nous trompe pour cette raison, & qui jugeant de ce mouvement à sa maniere, nous fait paroître que les dernieres s'éloignent de leur commun centre aussi vite que les premieres. Enfin la troisiéme chose qu'il faut considerer, c'est que si ces Ondulations ont d'autant moins de force qu'elles sont éloignées du centre de leur mouvement, cela vient de ce qu'en devenant

devenant toûjours plus-grandes à mesure qu'elles s'en éloignent, la force que la premiere a de produire, toutes les autres se trouve fort dissipée dans les dernieres ondulations, parce qu'elle y a beaucoup plus de parties à élever que dans les plus proches, & c'est particuliérement pour cette raison que l'on doit dire que la force de ces dernieres ondulations, doit estre beaucoup moins sensible ; Car, comme l'on a dit, cette force leur est communiquée en droite ligne, par celles qui sont tirées du centre, & que nous avons appellé rayons : Or il est évident que ces rayons sont bien plus serrez dans les premieres ondulations que dans les dernieres ; & que la même main, dans le même espace y recevoit l'impression d'un bien plus-grand nombre de ces rayons.

24. *Leur reflexion.*

Si la liqueur où se forment les Ondulations, estoit renfermée dans quelque Vase, pour peu de reflexion que l'on y fasse, on concevra sans difficulté, que lors qu'elles viendroient à rencontrer les bords de ce Vase, elles devroient se refléchir suivant les mê-

mes Loix, que les Corps qui sont réellement transportez suivent dans leur reflexion : ainsi le rayon *a. b.* venant à frapper sur le bord du Vase *b. c.* la partie de la liqueur qui estant élevée en *b.* ne pourroit plus se repandre en s'éloignant du Centre vers *e.* seroit

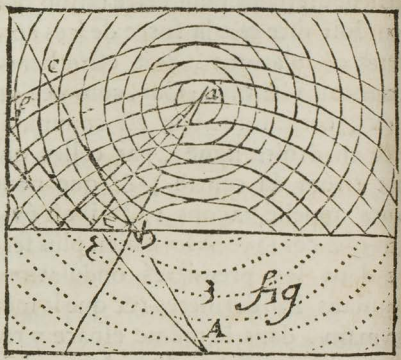


Fig.

contrainte de le faire vers *c.* la où porteroit la direction de la percussion ; en sorte que l'angle de reflexion se trouvat égal à celuy d'incidence, & que la ligne *b. c.* se trouvat estre le rayon, selon lequel se feroit aprés cela la communication du mouvement de la force, tout de même le rayon *a. e.* se reflé-

chiroit vers *f.* & ainsi des autres, comme on le voit dans la figure, où il paroist que, le bord du Vase estant droit, les cercles des Ondulations réfléchies, devroient suivant cette regle, passer par dessus les autres, & les croiser réguliérement tous comme s'ils estoient partis du Centre *A.* qui est un Centre aussi éloigné du bord du Vase qui est celuy des Ondulations directes, qui se font dans les mêmes Vases.

Et il ne faut point s'imaginer icy que ces cercles se dussent mutuellement détruire. Car ce ne sont point des mouvemens de prrties qui soient transportées, & aprés ce que l'on a dit de la maniere dont ils sont formés la seule experience que l'on a de ce qui se passe icy à l'égard de ces mêmes cercles, doit persuader de ce que l'on pourroit establir par quantité d'autres experiences semblables, qui montrent que le même corps qui dans le même temps n'est capable que d'un seul mouvement est cependant capable de recevoir en même temps quantité d'impressions differentes qui agis-

25. *Les Ondulations se croisent sans s'empescher mutuellement.*

sent toutes différamment pour le produire. L'expérience donc montre icy qu'en effet la surface de la liqueur est divertissement agitée par les cercles des Ondulations directes & reflé. chies, & que celle-cy passant comme par dessus les autres y marquent leurs cercles sans efficer les autres, qu'ils laissent aller suivant leur direction, pendant qu'ils suivent eux même, la leur qui luy est entierement opposée.

6. Experiences qui le prouvent.

Il y a d'autres expériences tres-claires qui font voir ce que je vient de dire. En laissant tomber deux petites pierres en deux endroits différens de la surface d'une eau bien tranquille, les cercles qui se font tout autour de chacun des endroits ou ces pierres sont tombées se croisent mutuellement sans s'éffacer & sans se nuire. On voit encore quelque chose de plus extraordinaire en ce genre: Car si vous voulez prendre la peine de mettre le doit sous un filet d'eau qui sort d'un robinet où sur le jet qui sort avec impetuosité par le trou de la crete du tuyau d'une fontaine, vous

verrez que l'un & l'autre se rideront jusqu'a une hauteur considerable, & qu'il se produira jusqu'à cette hauteur quantite de petit anneaux, qui vous paroîtront comme autant de petites ondulations les unes sur les autres. Or ces ondulations, comme vous voyez, ne peuvent venir que de l'effort que font les parties de l'eau repoussées en quelque façon par vostre doit, que vous opposez à leur mouvement, pour rejaillir contre ce même mouvement & pour en prendre un tout contraire, ce qu'elles ne font cependant pas; Car pour lors elles empescheroient le cours de l'eau, au quel elles ne mettent aucun obstacle.

Si le Vase où l'eau est renfermée estoit de figure Elliptique, & que les ondulations commençassent à se former au tour de l'un de ses foyers *a.* toutes les reflexions se feroient vers l'autre foyer *b.* & les Ondulations réfléchies iroient en diminuant jusqu'à ce qu'elles aboutissent toutes au foyer *b.* s'il estoit Parabolique, les cercles réfléchis dégénéreroient en lignes droites perpendiculaires à l'axe, &

27. *Ondulations réfléchies par des surfaces coniques.*

s'il estoit hyperbolique, les Ondulations réfléchies seroient des cercles concentriques qui augmenteroient perpétuellement comme s'ils estoient venus de l'autre foyer *b.* de l'hyperbole ; d'où l'on voit comment on pourroit trouver le moyen d'augmenter & de diminüer la force de ces Ondulations, puisqu'elle s'augmente en effet dans l'Ellipse où leurs cercles vont toûjours en se rétréciſſant, qu'elle demeure la même dans la Parabole, ou ils ne s'élargiſſent ni ne se rétreciſſent, & qu'elle se diminuë au contraire dans l'hyberbole.

28. *Vtilité de cette consideration.*



Fig 4

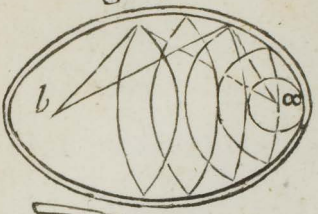


Fig. 5

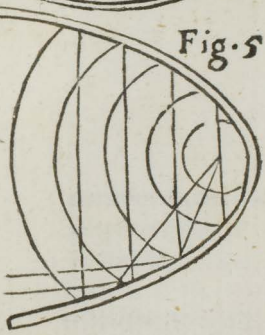
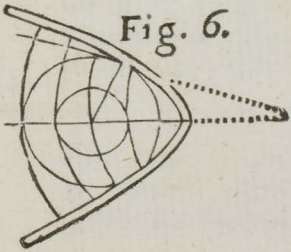


Fig. 6.



Si les Ondulations rencontroient un corps circulaire convéxe, elles dégenereroient dans la réfléxion en des lignes courbes qui ne seroient point circulaires, mais qui seroient neantmoins toutes paralleles entre elles, & qui couperoient toûjours leurs rayons à angles droits. Et generallement parlant il seroit aisé de démontrer qu'en toute réfléxion les Ondulations seroient perpendiculaires à ces rayons ; c'est à dire que la tangente de quelque Ondulation que ce soit seroit perpendiculaire au rayon qui passeroit par le point d'attouchement.

29. *Ondulation réfléchies par des surfaces convexes.*

Mais cela demande quelque connoissance de la Geométrie, & comme je suis bien-aise que toutes sortes de personnes profitent de ce traité & que ce que l'on a dit jusqu'à présent du mouvement d'Ondulation suffit pour expliquer bien de choses qui regardent les sons ; je veux m'arrester un peu icy avant d'entreprendre de de démontrer quelque chose de ce que je viens de dire, afin de donner la satisfaction à ceux qui ne sont point Geométres de voir l'application de la

30 *Premiere partie de ce Traité où l'on explique le son par le mouvement d'ondulation.*

plus-part des choſes que l'on à dites. Je crois même que ce que je diray des ſons dans cette occaſion ſervira par aprés à faire encore mieux entendre ce que j'ay à dire de la lumiere, & cela contribuera auſſi d'ailleurs à rendre ce traité plus accomply ; parce qu'il aura pour lors toute l'eſtenduë qu'on luy peut donner, & qu'il demande même ſelon la penſée d'Ariſtote.

31. *Ariſtote s'en eſt ſervi pour l'expliquer.*

Car on ne peut pas douter que ce que dit ce Philoſophe du mouvement, qui eſt requis pour le ſon, ne ſe doive entendre, à le bien prendre du mouvement * d'Ondulation ; il s'en explique aſſez clairement aux endroits que j'ay citez, & il fait aſſez connoître par ce qu'il dit là & ailleurs, que c'eſt par un mouvement à peuprez ſemblable que la lumiere eſt produite, comme nous le montrerons en ſon lieu.

* Problem. ſectione undecima, & l. de anima c. 8.

Si quelques Philoſophes de ce tems l'avoient bien lû, ils ne luy auroient pas fait dire une choſe qui eſt tout à fait contre les principes de ſa Philoſophie, comme nous l'avons remarqué au commencement de ce livre,

& ils n'auroient pas avancé, pour avoir lieu de suivre impunément des opinions nouvelles, qui ne peuvent estre receuës en toute bonne Philosophie que son sentiment touchant le son, est, que cette qualité n'est rien autre chose hors de nous que ce mouvement de l'air dont nous venons de parler. S. Thomas qui le suit fort fidellement, & qui possédoit parfaitement sa doctrine, n'a pas esté dans cette opinion ; il dit même tout le contraire, & outre qu'il veut que ces sortes de mouvemens ne soient que comme les disposition aux qualitez sensibles, & comme les vehicules qui les apportent jusqu'à l'organe, outre cela, dis-je, il ne s'embarrasse point de nous donner une autre connoissance de ces mêmes qualitez que celle que nous en avons par les sens qui, est en effet la véritable comme on le prouvera dans la Physique.

32. *Mais il ne fait pas consister sa nature dans ce seul mouvement comme les nouveaux Philosophes.*

Quelques autres Philosophes n'ont fait nulle mention du mouvement d'Ondulation, ni de pas un autre, quand ils ont voulu expliquer les proprietez du son, & des autres qualitez

sensibles : mais il est clair qu'ils n'avoient pas mieux étudié Aristote que les premiers : Aristote ne les explique pas autrement ; & je ne crois pas aussi qu'on le puisse faire. Car par exemple qu'elle raison pourroit-on rendre, de ce que le son, qui n'a point de contraire non plus que la lumiere, ne se répand neanmoins que successivement, s'il n'y a dans le son qu'une simple, & pure qualité ? Comment cette qualité seroit-elle emportée plus vîte par le vent ? qu'elle seroit la raison pour laquelle elle se réfléchiroit dans les Echos ? comment seroit-elle empeschée de pénétrer les murailles ? Tout cela montre que dans le son il y a quelque autre chose, de plus que cette pure qualité. C'est à dire qu'il faut qu'elle dépende de quelque sorte de mouvement des parties de son sujet.

33. *Le son ne peut estre sans quelque mouvement de l'air.*

Or de tous les mouvemens que l'on pourroit considérer, on n'en sçauroit trouver de plus propre que ces vibrations, & ces Ondulations de l'air, que nous avons dites ; outre que l'on peut montrer, que par tout ou il y a du son,

34 *Ce mouvement est celuy d'Ondulation.*

il y a auſſi quelque cauſe qui fait de ces Ondulations, & que réciproquement par tout où il y a de ces Ondulations, il y a auſſi en effet du ſon. Par exemple quand on tire le Canon, le feu qui prend à la poudre, ſe dilatant tout d'un coup extraordinairement pouſſe auſſi l'air d'alentour, & le comprime, d'où doivent neceſſairement reſulter de tres-grandes vibrations & de tres-fortes Ondulations, & par conſequent un bruit extraordinaire. Tout de mê ne quand deux corps durs, comme deux pierres viennent à ſe chocquer & à ſe rencontrer, il ſe fait du ſon, parceque l'air qui ſuit le mouvement de chacune des pierres, ſe trouvant arreſté tout d'un coup dans le moment de leur rencontre, doit neceſſairement ſe comprimer, comme feroit un ſac de laine, que l'on jetteroit avec violence contre une muraille, où les premiers floccons qui trouveroient cette muraille, ſeroient preſſez par les ſuivans qui ſe trouveroient déterminez à continuër leur mouvement. C'ét air donc ainſi preſſé par ſon propre mouvement dans la ren-

contre des pierres doit incontinent se remettre, & produire des vibrations à l'ordinaire. Lors que l'on fouëtte l'air avec une baguette, il se fait un certain sifflement, parceque l'air estant fendu & pressé d'un côté par la baguette, retourne par derriere pour se rejoindre luy-même, ce qui ne se peut faire qu'il ne se rencontre aussi luy-même successivement dans tout l'espace, que parcourt la baguette, & qu'ainsi en se comprimant il n'excite successivement des vibrations qui font ce sifflement que l'on entend.

L'air est agité par de semblables vibrations dans les flutes, dans les tuyaux des orgues, dans les trompettes, & on se reserve d'examiner & de montrer dans le traité du mouvement de vibration comment il arrive que le vent qui souffle uniformément sur la lumiere ou sur la bouche de ces tuyaux ou de ces flutes y comprime l'air par secousses, & le faisant trembler l'oblige a produire des vibrations toutes semblables a celles qui se produisent dans le tremblant des Orgues par le moyen du vollet, dans les hauts-bois,

& dans les tuyaux à anches par le moyen de la languette qui y eſt attachée, & dans l'air libre par le moyen d'une baguette attachée par un bout à une corde bien tenduë, ou par le moyen d'un poids ſuſpendu que l'on agite, mais ces deux dernieres ſortes de vibrations ne produiſent point de ſon; parce qu'elles ne ſont ni aſſez fortes, ni aſſez fréquentes, & que l'air ne ſe heurte pas ſoy-même avec aſſez d'impétuoſité, comme il le fait par éxemple lors que le nœud qui eſt au bout de la corde d'un foüet, eſt mû avec violence, & puis arreſté tout d'un coup; car pour lors l'air qui ſuit le mouvement du nœud eſt auſſi arreſté tout d'un coup, en ſorte qu'il ſe fait en c'ét endroit une tres-grande compreſſion d'air, & par conſéquent de tres-fortes vibrations, qui font le bruit que l'on entend pour lors.

Quand il arrive que la cauſe qui fait les Ondulations de l'air continuë quelque temps à l'agiter par des ſecouſſes redoublées, à lors le ſon eſt réſonnant; comme dans les cordes bien tenduës, dans les flutes, dans

Son ſec, & ſon réſonnant

les cloches, &c. Mais si cette cause cesse brusquement, le son en est aussi brusque & sec, comme il arrive dans le choq de deux pierres, dans le claquement d'un foüet & dans la rupture soudaine d'un balon qui créve.

Pour ce qui est de la différence que nous expérimentons dans les divers sons, elle peut provenir de la différence des Ondulations : * car si elles sont fort grandes, y ayant beaucoup d'air agité à la fois, le son est fort grand ; si au contraire les Ondulations sont fort petites, le son en est petit & foible. Ainsi une corde que l'on a pincé, ou une cloche que l'on a frappé, fait au commencement un grand son, parce que les Vibrations sont pour lors fort grandes ; mais le son diminuë ensuite peu à-peu, & cesse enfin entierement, parce que les Vibrations diminuënt aussi, & cessent enfin d'agiter l'air.

36. *Son grand, son foible.*

* *Vox gravior plusaëtismovet Probl. sect. 11. num. 19.*

Si ces Ondulations sont fort fréquentes, elles font entendre un son haut & aigu ; & si au contraire elles sont rares, & qu'elles se suivent lentement l'une l'autre, le son est bas &

37. *Son grave, son aigu.*

grave. * Cela se voit à l'œil par expérience dans une corde de luth bien tenduë ; car cette corde étant pincée à vuide, fait un son plus bas & plus grave, que lors qu'on la racourcit équivalemment en mettant le doigt sur quelqu'une des touches qui sont marquées sur les manches, parce que les Vibrations de cette corde ainsi racourcie, sont plus fréquentes, que lors qu'on les touche à vuide sans mettre le doigt sur aucune des touches du manche pour la racourcir. On fera voir dans le Traité du mouvement de Vibration, pourquoy les Vibrations d'une pendule plus courte sont plus fréquentes, que celles que fait une plus longue pendule. Au reste quoy que les Vibrations d'une corde de luth ou de quelqu'autre instrument, diminuënt peu-à-peu, le son ne change point pour cela, & n'en devient pas ni plus aigu ni plus grave, parce que les Vibrations des cordes tenduës sont aussi fréquentes à la fin qu'au commencement, comme on a promis de le démontrer dans le Traité que je viens de dire.

* *Acutum enim movet sensum, in pauco tempore multùm, grave autem in multo parum. lib. 2. de anim. 1. textu 86. & problem. sect. 11. Motio quæ vocem reddit acutiorem, velocior est ; densus enim aër plures efficit ictus. Licet hoc perspicere in musicis instrumentis ; fides enim tenuiores acutius sonant.*

38. *Intervalles des sons & leurs proportions.* C'eſt par là que l'on voit que l'on peut trouver la proportion de toutes les conſonances, & généralement de tous les intervalles de Muſique ; car puis qu'on peut ſçavoir la proportion des Vibrations des cordes dans leurs longueurs, leurs groſſeurs & leurs tenſions, on peut auſſi trouver la proportion des conſonances. Ainſi, puis qu'ayant mis le doigt ſur le milieu d'une corde dont on ne touche par aprés que la moitié ; cela fait un ſon plus haut d'une *octave*, que lors qu'elle eſt touchée à vuide & toute entiere, on doit dire que la proportion des deux ſons qui font l'*octave* (qu'on appelle *Diapaſon*) eſt comme 1 à 2, parce que les vibrations de la moitié de la corde touchée ſéparément, ſont deux fois plus fréquentes, que lors qu'on la touche toute entiere & à vuide, comme on le démontre dans le Traité que j'ay dit, où l'on fait voir que le nombre des Vibrations eſt réciproquement en même proportion que la longueur des cordes, & où l'on trouve conſequemment que la proportion de la *Quinte* (qu'on ap-

39. *L'octave.*

40. *La Quinte.*

pelle *Diapenté*) est comme 2 à 3, parce que la *Quinte* se fait, lors qu'en mettant le doigt sur le tiers de la corde, & en pinçant les deux tiers, aprés avoir pincé la corde entiére, on fait aux deux tiers de la corde des Vibrations des deux tiers plus frequentes qu'à la corde entiere. Tout de même on trouve la proportion de la *Quarte* (qu'on appelle *Diatessaron*) comme de 3 à 4 : Celle de la *Tierce majeure*, comme de 4 à 5 : celle de la *Tierce mineure*, comme 5 à 6 : celle de la *Sexte mineure*, comme 5 à 8 : celle de la majeure, comme 3 à 5 : de la *Septiéme moyenne*, comme 9 à 19, du *Ton mineur*, comme 9 à 10, &c.

41. *La quarte, la tierce & la sexte majeure & mineure, &c.*

On peut encore avoir la proportion de toutes ces consonances ou par le moyen de la même corde différemment tenduë, ou par le moyen de deux cordes d'égale longueur & également tenduës ; mais de differente grosseur, & généralement l'on démontre dans le Traité des Vibrations, qu'elles sont toûjours dans les cordes différemment tenduës en raison soudoublée de la tension, ou (ce qui est la même chose)

42. *Proportion des sons dans les différentes cordes & dans les ressorts.*

des poids que l'on y appliqueroit pour les tendre, & que dans les cordes d'inegale grosseur elles gardent encore cette même proportion, c'est à dire qu'elles sont réciproquement en raison soudoublée des grosseurs. Cette même proportion des sons se trouve encore dans les ressorts, dans les languettes des tuyaux à anche des orgues, & generalement dans tous les corps attachez par un bout, dont on démontre que les Vibrations sont perpétuellement en raison réciproque des longueurs.

Il semble que tout ce que je viens de dire, estant parfaitement conforme aux expériences que l'on en a fait de tout tems, les curieux ont eû quelque raison de se flatter en cela & de croire que pouvant ainsi reduire le son au calcul, on ne pouvoit pas en avoir une plus parfaite connoissance; cependant on n'a pas encore fait des progrés aussi considerables que l'on pouvoit en cette matiere, & l'on pourroit ajoûter à tout ce qui a esté dit des considerations encore plus particulieres qui regardent les

43. *Consideration importante du son des flûtes & des trompettes*

sons qui se forment dans les tuyaux d'orgues, dans les flutes & dans les trompettes ; mais comme tout cela dépend de la parfaite connoissance des Vibrations & de leurs differences, on n'en parlera que dans le Traité à part que l'on en veut faire, & où l'on s'est proposé de démontrer tout ce qui suit.

Premierement, Que la force des colomnes d'air qui appuyent sur l'ouverture des tuyaux qui sont propres à faire du son, pour presser l'air qui est dedans, quand il y a esté dilaté, ou pour l'empêcher de se dilater quand il y a esté pressé, est proportionnelle à leur pesanteur, & par consequent à la base de ces mêmes colomnes, ou (ce qui est icy la même chose) à l'ouverture des tuyaux sur lesquels elles sont appuyées. Ce qui n'est pas conforme à l'action ordinaire de la pesanteur des liqueurs, qui agissent selon leur hauteur, & non pas selon l'ouverture par où elles sortent.

44. *Remarque pour la demonstration des sons dans les tuyaux & dans les trompettes.*

Secondement, Que la restitution de l'air qui se remet, aprés avoir été également condensé, se fait à pro-

portion en moins de temps que l'eſpace qu'elle doit occuper en ſe remettant dans ſa place, eſt plus petit. Que l'eſpace qui ſe remplit dans le même temps par la reſtitution du même air, eſt en même proportion que l'ouverture ſur laquelle la colomne d'air qui le preſſe, eſt appuyée; & que le temps dans lequel eſt rempli le même eſpace, eſt réciproquement en raiſon ſoudoublée de l'ouverture. Par exemple en ſuppoſant deux tuyaux de même longueur, mais d'inegale groſſeur comme le 1 & 2, dans leſquelles l'air auroit été condenſé juſqu'à la moitié, c'eſt à dire juſqu'en *a*, on montre que l'effort de

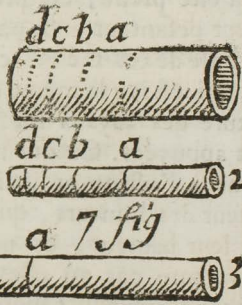


fig 7

ces deux airs, pour ſe remettre étant ſuppoſé égal, comme l'on fait voir

qu'il le doit estre, leur premiere viteſſe en *a* (qui eſt toûjours proportionnelle à la force) eſt auſſi égale; & que l'un par conſéquent ne s'eſt pas plûtôt remis juſqu'en *b*, qui eſt la quatriéme partie de ſon tuyau, que l'autre s'y trouve auſſi remis dans le ſien. Qu'ayant encore là la même force, ils doivent parvenir auſſi-tôt l'un que l'autre en *c*, & puis en *d*; & qu'ainſi ils doivent ſe remettre en même temps pour occuper chacun leurs tuyaux comme auparavant; ce qui montre, comme vous voyez, que les Vibrations, dans ces ſortes de tuyaux de même longueur, ſe font en même temps en égal nombre. Il n'en iroit pas de même, ſi l'on ſuppoſoit que l'un des tuyaux fut une fois plus long que l'autre; car l'air y eſtant condenſé auſſi juſqu'à la moitié, il eſt clair qu'il ne pourroit avoir là que la même force de l'autre pour ſe rétablir, & que, comme l'on démontre que le temps eſt toûjours proportionnel à l'eſpace, dans les divers plans inclinez, lorſque les corps y tombent de la même hauteur, l'on

doit dire icy pour la même raiſon, que l'air condenſé dans le plus long tuyau doit employer deux fois plus de temps pour ſe remettre dans des eſpaces ſemblables, que l'air qui eſt dans le plus court, n'employe ; d'où il s'enſuit que les Vibrations & par conſequent les ſons, y ſont en raiſon réciproque de la longueur des tuyaux, parce que les Vibrations ſe font deux fois plus lentement, dans celuy qui eſt deux fois plus long que dans l'autre.

Si de deux tuyaux de même longueur, l'un étoit fermé par un bout, & l'autre par tous les deux, en ſorte qu'il n'y eût qu'un trou au deſſus ou à côté pour ſouffler dedans, les ſons y ſeroient encore en raiſon reciproque & ſoudoublée, non pas des longueurs des tuyaux, parce qu'on les ſuppoſe égaux ; mais des ouvertures ; Ainſi les Vibrations ſeroient deux fois plus frequentes dans celny dont l'ouverture ſeroit 4 fois plus grande.

On peut experimenter tout cela des tuyaux de carton, de verre, de fer blanc ou de quelqu'autre matiere que ce ſoit, & il n'eſt pas beſoin pour

cela de leur faire rendre des sons éclatans ; c'est assez de souffler doucement sur leurs ouvertures, pour y pouvoir remarquer les differences des sons, & ceux qui ont un peu l'oreille accoûtumée à l'harmonie, n'y auront pas de peine.

Troisiémement, on entreprend de démontrer dans le Traité que j'ay dit, que les Vibrations sont dans les même tuyaux, d'une égale durée, soit qu'on y souffle plus fort, soit qu'on y souffle plus doucement. Cependant on montre que lors qu'on le fait avec un certain degré de contention, elles sont deux fois plus fréquentes. On entreprend encore d'y donner la proportion des Vibrations, lors qu'on ouvre des trous en divers endroits des tuyaux, & l'on fait voir qu'une trompette ou hyperbole seroit admirable pour sonner, pour se faire entendre de loin en parlant, & pour entendre aussi ceux qui parlent de loin. Enfin on y dit tout ce qu'il faut, pour rendre raison de tout ce qu'on peut remarquer de plus surprenant dans les sons, & dont on

45 *Trompette admirable.*

n'avoit pu jusqu'icy trouver la cause.

46. *Consonances & dissonances.* C'est par la connoissance des proportions qui sont entre les sons (que les Anciens même ont eu quoyque grossierement par le moyen du monocorde) qu'Aristote entr'autres a expliqué les divers sentimens que nous experimentons dans leurs accords; car il y en a quelques-uns qui nous semblent tres-agréables, & d'autres au contraire qui nous sont insuportables. On dit donc que les consonances agréables sont celles dont les Vibrations s'accordent entr'elles à venir frapper en cadence nos oreilles, & qu'ainsi l'*Unisson* nous plaît parce qu'il y a deux sons, dont les Vibrations s'accordent parfaitement & viennent ensemble frapper nos oreilles. L'*Octave* nous plaît encore davantage, parce qu'il y a un peu de varieté dans les Vibrations & avec cela une regularité fort uniforme: car les Vibrations s'accordent à venir frapper l'oreille de deux fois l'une.

La *Quinte* aussi nous donne du plaisir, à cause de cette cadence régu-

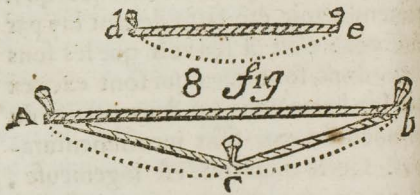
liére

liére qui se trouve dans ses battemens qui s'uniſſent de trois en trois coups. Mais quand deux sortes de Vibrations sont si peu conformes, qu'elles ne s'accordent jamais, ou qu'elles ne le font que tres-rarement à venir frapper ensemble ou de même maniere ; alors ces Vibrations sont discordantes, & nous déplaisent. Ainsi la *fausse-quinte* est desagréable, parce que ses Vibrations ne s'accordent qu'une fois en 64 coups, & dans tous les autres battemens les Vibrations d'un son choquent les Vibrations de l'autre, sans qu'elles puissent jamais s'unir ou se rencontrer de même maniére.

Bettin sait icy une remarque qu'il prétend avoir été faite devant luy par Aristote : c'est à sçavoir que les sons discordans sont ceux qui sont excitez par les battemens de deux parties du monocorde qui sont incommensurables. Cette remarque est ingenieuse, en voicy une autre qui regarde les consonances dont personne, que je sçache, ne s'est encore aviſé de rendre raison. Parmy les consonances il

n'y a que les Octaves qui ne varient point l'espece du son ; toutes les autres ont deux sortes de son différent. Les deux nottes qui font la Quinte, tout accordantes qu'elles sont, font neanmoins deux sons tout différens : mais dans l'octave il y a deux sons qui sont à la verité inégaux, l'un estant plus aigu que l'autre ; mais néanmoins ils sont de même espece & tout semblables, ce qu'il est plus aisé d'expérimenter par l'oreille, que d'expliquer par les paroles. Or cette similitude vient, à mon avis, de ce que les Vibrations dans les octaves sont toutes les mêmes : car si la corde *a. b.* est double

47. *Similitude des sons d'Octave.*



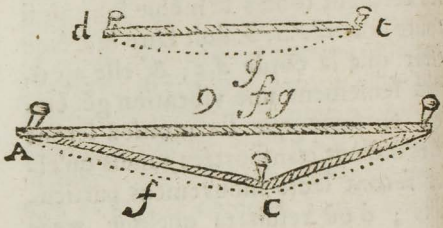
de la corde *d. e*, il arrivera que tandis que toute la corde *a b* fera ses Vibrations générales deux fois

moins vite que la corde *d e*, ſes moitiez *a. c.* ou *b. c.* feront leurs Vibrations particulieres en même temps, & en même nombre que la corde *d e* ſuivant ce que l'on a dit cy-deſſus. Nous pouvonsdonc conſidérer toute la corde *a b* comme deux cordes *a c* & *c b* égales à la corde *d e*. Or s'il y avoit ainſi trois cordes égales & également tenduës, elles feroient toutes le même ſon: ainſi toute la corde *a. b.* doit faire le même effet que la corde *d. e*; & elle ajoûtera ſeulement une vibration générale, en ſorte que ſes moitiez ſeront elles mêmes tranſportées, tandis qu'elles feront leurs mouvemens particuliers; d'où reſultera quelque *mode* extraordinaire qui fera diſtinguer ces ſons particuliers & agitez d'avec le ſon de la petite corde *d. e.*

Il n'en eſt pas ainſi de la Quinte ou des autres conſonances; parce qu'encore bien que la partie *a. c.* puiſſe être égale à la corde *d. e.* n'étant pas poſſible de trouver ainſi des portions dans la corde *a. b.* qui s'accordent parfaitement & ſans bien de la différence avec la corde *d. e.*

48 *Qui ne ſe trouve pas dans les autres conſonances.*

il faut necessairement que ces deux cordes fassent deux sons fort différens. Il est vray que dans la Quinte on peut partager la grande corde *a. f: f. c: c. b.* égales au deux *d. g: g. e.* mais alors on voit bien que jamais ces parties ne battent de la même maniére, puisque les parties *d. g.* & *g. e.* de la petite corde sont em-



portées tout autrement que celles de la grande corde. & il en faut dire autant de toute autre consonance imaginable ; dont les parties ne s'accordent jamais, comme elles font dans les Octaves, où les battemens ont une ressemblance qui ne se trouve point ailleurs.

Voila, comme vous voyez, bien des choses que l'on pourroit pousser plus

loin, si l'on n'avoit le dessein d'en faire un discours à part. Il suffit que l'on conçoive à present de tout ce qui a esté dit, qu'il y a tres peu de choses qui regardent les sons, de quelque nature qu'elles soient, dont on ne puisse rendre la raison par le moyen du mouvement d'Ondulation. Il y a une ou deux difficultez qui pourroient donner de la peine à ceux qui ne sont pas accoûtumez à faire de grandes réfléxions sur tout ce qui se passe dans la nature : mais comme il n'y a qu'à leur faire faire ces réfléxions, ces difficultez sont aisées à lever. La premiere est qu'il leur semble incroyable que les Ondulations de l'air se puissent communiquer, & étendre jusqu'à une distance aussi grande que s'étend le son d'une cloche, par exemple, ou le bruit d'un Canon que l'on peut entendre de plusieurs lieuës. Je leur demande s'ils n'ont jamais pris garde que l'on ne peut ouvrir l'une des portes d'une gallerie bien fermée, que la porte de l'autre bout de cette gallerie, que l'on laisse expres un peu entr'ouverte, ne remuë incontinent, & dans le

49. Quelques difficultez.

même moment pour longue que soit cette gallerie. Cela montre sans doute que l'air est un corps continü & que toutes ses parties doivent être fort pressées, & ses pores fort tendus & fort remplis, ainsi il n'est pas difficile que lors qu'il est poussé violemment son agitation s'étende bien loin, * & plus loin même que le bruit du Canon & des cloches. Car c'est une chose que l'on expérimente tous les jours sur la Mer. On tire du Canon à une grande distance : on n'en entend point le bruit, & cependant on connoît que l'on en tire quelque part par l'agitation de l'air qui fait trembler les vitres du Vaisseau, ou l'on est en repos, & à l'Ancre. D'ailleurs nous voyons que les Ondulations s'étendent sur la surface de l'eau jusqu'à vint & trente pas, pourquoy donc ne s'étendroient-elles pas dans l'air jusqu'à une ou deux lieuës puisque nous sçavons que l'air est mille fois plus subtil, & plus susceptible de cette agitation.

Voyez Digby de immortalitate animæ.

La seconde difficulté que l'on peut avoir, est qu'on a de la peine à concevoir comment il se pourroit faire

que le ſon entrât dans une chambre bien fermée, mais on doit prendre garde, premierement qu'il y a bien des ouvertures, & des fentes par où l'air de dedans a communication avec celuy de dehors. Secondement que les vitres ou les chaſſis des feneſtres cedent fort aiſément aux agitations de l'air de dehors, & qu'il les communiquent auſſi à même temps à celuy de dedans. Troiſiémement quand l'air de dehors ne pourroit pas entrer ny communiquer luy même immediatement les agitations à l'air de dedans, on voit clairement par ce qui a eſté dit de la nature de l'*Æther* au commencement de ce livre qu'il ne pourroit pas être empeſché par les murailles même de porter au dedans de la chambre les Ondulations du dehors, & qu'il devroit les y continuer, quoy qu'avec beaucoup moins de force. J'oſe dire enfin, pour incroyable que cela paroiſſe d'abord aux perſonnes que j'ay dit, qui ne raiſonnent pas beaucoup ſur tout ce qu'ils voyent, qu'il n'y auroit aucun inconvenient d'avancer que les murailles même tout

50. *Comment le ſon entre dans une chambre fermée.*

51. *Le ſon peut ébranler les murailles.*

inébranlables qu'elles paroiſſent ne laiſſent pas d'être ébranlées par le ſon. * On diroit bien des choſes la deſſus ſi s'en étoit icy le lieu ; mais on les réſerve pour un autre diſcours, & l'on ſe contente de dire que l'on pourroit démontrer par les principes de la Mechanique que l'effort du monde le plus petit eſt ſuffiſant pour ébranler la tour du monde la plus ſolide ; c'eſt aſſez que la reſiſtance ne ſoit pas infinie. Tout de même on pourroit faire voir qu'un petit poids, pour inſenſible que l'on pourroit ſe l'imaginer en tombant ſur un plat de balance éleveroit dans l'autre plat quelque poids & quelque maſſe que ce ſoit que l'on y auroit miſe, pour énorme qu'elle pût être. Vous pouvez bien croire qu'en ce cas, ce poids immenſe ne monteroit pas fort haut, mais enfin il devroit monter, & comme entre ces deux poids quelque inégaux qu'ils fuſſent il y auroit toûjours quelque *raiſon* de l'un à l'autre, il y auroit auſſi neceſſairement une proportion réciproque entre leurs mouvemens en ſorte que ſi l'un étoit cent millions de fois plus peſant que

* *Ariſt. lib. 2. de Calo c. 9. text. 53. exuperantes ſoni & inanim torum corporũ moles offendunt tonitrui namque ſonus lapides & robuſtiſſima corpora ſcindit.*

l'autre, son mouvement aussi aprés la percussion seroit cent millions de fois moindre.

Ce sont les raisons sur lesquelles on peut appuyer ce que l'on a dit de l'agitation, & du tremblement des murailles : Voicy des expériences qui prouvent la mesme chose. Un carosse qui passe par la ruë fait trembler toute une maison ; ce ne sont pas seulement les vitres qui tremblent, ce sont les murailles, ce sont les tables, & les hommes mêmes. D'où vient cela a vôtre avis ? croyez-vous que ce soient les pierres du pavé * qui estant remuées par les roues du carosse remuent toutes les maisons d'alentour ? vous voyez bien qu'elles n'ont pas assez de liaison les unes avec les autres pour cela : Pensez-vous que le carosse ébranle la terre même ? cela est bien plus incroyable que ce que je veux vous persuader, & quoy que les Loix de la Méchanique semblent prouver que la terre même devroit être ébranlée au moindre mouvement : cependant je feray voir que Dieu y a pourveu, & que son centre demeure toûjours

52. *Expériences qui le prouvent.*

* *Le P. de Challes le croit ainsi.*

le même & au même lieu. Il n'y a donc icy rien autre chose que le seul ébranlement de l'air qui est causé par le bruit, & par le mouvement du carosse, & qui ébranle ensuite les maisons d'alentour, comme le tonerre & & le Canon le font encore d'une maniere plus sensible. N'avez vous jamais éprouvé qu'au moindre petit coup de marteau toute une grosse cloche est ébranlée, & qu'elle fait ensuite quantité de Vibrations qui durent du moins aussi long-temps que le son dure, & que l'on peut sentir en appliquant la main sur la cloche. Ce n'est que trop qu'un coup de marteau pour produire ces effets, il ne faut que la frapper un peu seulement avec la teste d'un clou ou même avec celle d'une épingue le même tremblement est aussi communiqué au moindre petit coup aux colomnes de marbre, & aux poutres: car en applicant l'oreille a un des bous de la colomne où de la poutre on entend les moindres petits coups que l'on donne à l'autre bout : il faut bien que tout l'air qui est dans les pores de ces corps soit agité par ces petits

58. *Tremoussement des cloches des poutres & des table de marbre dans le son.*

coups que l'on donne dessus, & il faut bien encore que ces corps soient ébranlez eux-mêmes, puisque comme on étouffe le son d'une cloche en mettant la main dessus & en empeschant ses Vibrations, on empesche aussi en s'asseyant sur la colomne où sur la poutre que l'on frappe, & dont on ne bouche nullement les pores, que celuy qui a l'oreille à l'autre bout n'entende les coups, & ne les distingue.

54. *Preludes pour demontrer la refraction des Ondulations.*

Mais en voila assez pour ce que je m'estois proposé de dire icy des sons, & pour l'avantage que je veux en tirer pour faire entendre plus clairement ce que j'ay à dire de la lumiere. Il me reste à expliquer une des principales proprietez du mouvement d'Ondulation, & aprés en avoir expliqué les réfléxions il faut en expliquer les refractions; c'est-à-dire qu'il faut faire voir comme ce mouvement, se continuant dans deux airs de différente nature, les Ondulations circulaires qui se font dans l'un de ces airs degénerent en d'autres lignes qui ne le font pas, comme on à dit qu'elles ne l'étoient pas dans certaines réfléxions

dont il a esté fait mention cy-dessus a l'article vingt-neuviéme : Mais avant de le démontrer, & de faire voir comme les rayons des Ondulations qui se forment dans le premier air doivent être rompus dans le second, pour être perpendiculaires aux autres Ondulations qui s'y forment, & pour y continuër l'action du corps qui les produit ; comme cela est un peu géométrique, commençons par les suppositions necessaires.

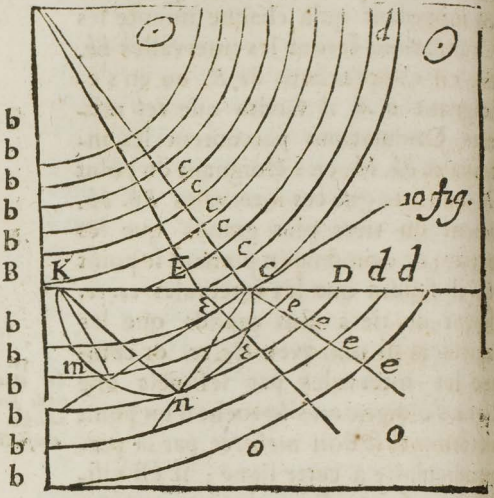
Imaginons que ces Ondulations étant formées dans un certain air. *O. O.* viennent à rencontrer la surface *B E C* d'un autre air *o. o.* dans lequel ces Ondulations se puissent faire plus ou moins vite, qu'elles ne se faisoient dans *O. O.* & voyons ce qui arrivera supposons par exemple que ces Ondulations s'étendent d'un tiers plus vite dans *o. o.* que dans *O. O.* c'est à dire que si une Ondulation dans *O. O.* s'éloigne d'un certain point de deux mesures dans une minute, cette même Ondulation, quand elle sera dans *o. o.* s'éloigne de trois mesures dans une minute de quelque autre point déter-

miné, & ainſi prenant le point *B.* & ſuppoſant qu'à chaque minute les Ondulations feront les intervalles *bb. bb.* en s'approchant de *B.* ou en s'éloignant d'*A* il faudra que ces mêmes Ondulations parcourent les intervales *bb. bb.* en s'éloignant du point *B.* en ſorte que ces intervales *Bb. bb.* ſoient du tiers plus grands que les autres; & de même en prenant le point *C.* il faudra que les intervales *ce. ee.* ſoient du tiers plus grands que les autres auſſi marqvez *Cc. cc.* or comme les intervales par leſquels une ligne s'éloigne ou s'âproche d'un point determiné ſe doit meſurer par la perpendiculaire à cette ligne; il eſt viſible que ſi une ligne droite, comme *E.E.* eſt perpendiculaire à une Ondulation *C. E.* elle ſera auſſi perpendiculaire à toutes les autres Ondulations qui la couperont, comme par exemple à *D. e. d. e.* parceque, comme l'Ondulation *C. E.* doit s'eſtre approchée du point *e.* dans une minute, de l'intervale *E. E.* meſuré par la ligne qui eſt tirée à angles drois du point *E.* ſur l'Ondulation *D. e.* auſſi *D. e.* doit

55.

Les Ondulations ſont parallelles aprés la refraction.

dans cette même minute s'être éloi-



gnée du point *e*. de même intervale *E. E.* & la même ligne droite *E. e.* devra mesurer cét intervale, & luy être perpendiculaire. D'où l'on voit que les Ondulations qui de circulaires qu'elles étoient dégénerent en d'autres lignes courbes sont néanmoins toûjours paralleles entre elles puisque les mêmes lignes *c. e. E. E.* qui sont perpendiculaires à une Ondulation. le

sont aussi à toutes les autres quelles coupent.

56. *Direction des rayons après la réfraction.*

L'On voit encore le biais dont chacune de ces Ondulations agiroit pour déterminer le sentiment ; car si l'on supposoit en *e.* un corps assez délicat pour pouvoir sentir l'impression de ce mouvement, ce corps la sentiroit comme si elle venoit de *C.* parceque je suppose que la ligne *C. e.* est perpendiculaire à l'Ondulation *D. e.* & que j'ay fait voir cy-dessus *Art.* 22. que la direction ou le biais dont ces mouvemens agissent se prend par la perpendiculaire, & que c'est cette perpendiculaire qui doit être appellée rayon.

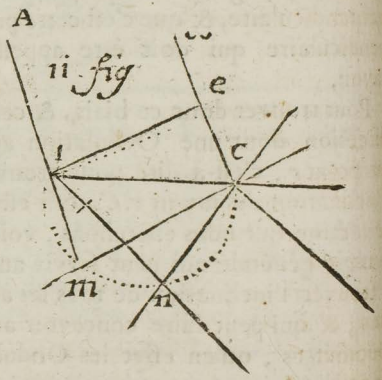
57. *Demontrée.*

Pour trouver donc ce biais, & cette direction dont une Ondulation agit au point *e*, c'est-à-dire pour trouver l'inclination du rayon *c. C.* qui est la réfraction que nous cherchons, voicy la régle générale qui peut servir aussi à trouver l'inclination de tous les autres ; & qui peut faire concevoir aux Géométres, qu'en effet les Ondulations circulaires du premier air, comme l'on a dit, doivent dégénérer en d'au-

tres qui ne le sont point. * Par le point *C.* tirez la tangente de l'Ondulation circulaire *C.d.* puis sur la ligne *B.C.D.* prenez un centre à discretion, & faites un demi-cercle *C. n. m. K.* qui passant par *C.* coupe la tangente continuée en *m.* & la ligne *B. C. D.* en *K.* Enfin comme la vitesse des Ondulations dans *O. O.* à la vitesse des Ondulations dans *o. o.* ainsi soit fait *K. m.* à *K. n.* Je dis que la droite *C. n.* sera tangente de l'Ondulation *C. E.* & par consequent perpendiculaire au

* *Dans la figure precedente.*

* *Dans la figure suivante.*



rayon *o. C.* Car prenons * un rayon

A. r. si prez du rayon *acC.* que ces deux rayons puissent passer pour paralleles, comme ils le sont dans la figure où on les a mis à part & où l'Ondulation circulaire *i. c.* doit passer pour une ligne droite, perpendiculaire aux deux rayons *A. i.* & *acC.* Il est seur que si l'Ondulation *ic.* alloit toûjours dans le même air elle parcourreroit l'intervale *i m* en même tems que l'intervale *c. C.* mais parce qu'elle entre dans un autre air où elle va d'un tiers plus vîte, il faut qu'en même temps que cette Ondulation s'éloigne du point *c.* de l'intervale *c. C.* elle s'éloigne du point *i.* de tout l'intervale *i. n.* qui doit être d'un tiers plus grand: ainsi cette Ondulation dans ce nouvel air ne peut être que la ligne *C. n.* perpendiculaire à *i. n.* ou à *C. i.*

Vous voyez donc par là que les rayons de ces Ondulations se rompent dans ce passage en s'éloignant de la perpendiculaire, lors qu'ils entrent dans un air où les Ondulations vont plus vîte, & qu'au contraire ils s'approcheroient de la perpendiculaire s'ils entroient dans un air où les Ondula-

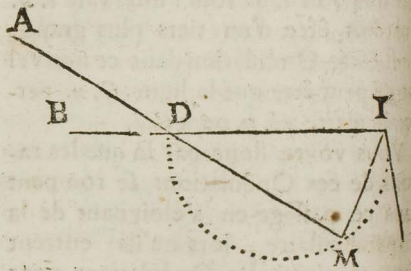
18. *Analogie des sons dans la réfraction demontrée.*

tions iroient plus lentement, vous pouvez remarquer encore que les sinus des angles que font ces rayons avec la perpendiculaire sont perpetuellement en même raison, c'est-à-dire, comme *i.m.* à *i.n.* qui est la proprieté des refractions.

19. *Ondulations reflechies sans penetrer.*

Troisiémement vous pouvez vous apercevoir que le rayon qui vient d'*A* pourroit quelquefois être tellement incliné que l'Ondulation rompuë seroit perpendiculaire à la surface *BCD*, * & pour lors il arriveroit deux choses remarquables ; car si l'on tiroit le demi-cercle *D.m.i.* & que son diametre

* *De la 10 fig.*



D.i. se trouvât justement de son tiers plus grand que D. m ; on voit que le rayon A D. seroit tellement rompu

qu'il poursuivroit son chemin tout le long de la surface *B C D*, * sans y entrer. Secondement on peut inférer delà que si ce rayon étoit encore plus incliné sur cette méme surface; bien loin d'y entrer, il devroit se réfléchir, comme l'expérience montre que tous les rayons qui sont fort inclinez sur la surface des corps transparens, ne manquent point de le faire.

* De la 10 fig.

Aprés quoy je croy que je puis commencer de faire quelques conjectures pour expliquer les proprietez de la lumiere, & dire d'abord ce que j'ay déja dit du son, qu'il faut bien que cette qualité soit portée & soûtenuë dans son sujet par quelque espéce de mouvement pareil à celuy d'Ondulation; car outre que les réfléxions que nous venons de faire sur la maniére dont il est continué dans des corps de différente nature, démontrent qu'il est tout à fait propre pour rendre raison des proprietez que l'on attribuë à la lumiere; si ce n'étoit qu'une pure qualité, je demande comment il seroit possi-

Conjectures pour l'explication de la lumiere, par le mouvement d'Ondulation.

ble de les expliquer ? & ce qui obligeroit cette qualité qui n'a point de contraire, a rebrouſſer chemin pour ſe réfléchir, au lieu de penetrer la ſurface d'un corps tranſparent où elle peut pénétrer ; Je demande encore pourquoy elle ſeroit détournée en y entrant, & pourquoy elle ne s'y répandroit point uniformement & en droite ligne, comme elle fait dans celuy qui eſt immediatement au deſſus ?

Je ſçay que quelques Philoſophes ont crû que l'on pourroit expliquer toutes ces choſes, en ſuppoſant que la lumiére eſt un corps ; * mais Ariſtote & Saint Thomas les refutent, & ceux des Philoſophes de ce temps qui ont été dans ce ſentiment, ont dit (pour éviter de tomber dans les mêmes abſurditez dans leſquelles les anciens ſont tombez) que ce corps de la lumiere étoit une matiere tres-ſubtile qui étoit répanduë par toutes les parties de l'Univers, & qui s'enflammoit au moindre mouvement qui luy étoit impirmé par les corps lumineux ſi-toſt qu'ils commencoient

* *Cap. 7. lib. 2. de anima.*

à paroître. Je ne veux pas m'arrêter icy à examiner ce que les Philosophes ont dit, j'ay declaré d'abord que mon dessein n'étoit pas de faire un Traité de Philosophie ; J'avance seulement une premiere conjecture en faveur du mouvement d'Ondulation pour faire remarquer qu'il est tres-difficile d'expliquer les proprietez de la lumiere, sans admettre quelque mouvement semblable ; soit que la lumiere soit un feu subtil & innocent, produit par l'embrasement du corps que nous avons dit, soit qu'elle soit une simple qualité produite par les corps lumineux dans l'air & dans les autres corps qui en sont capables.

611 Confirmée par induction.

Pour commencer donc à appuyer cette conjecture, je remarque icy la même chose que j'ay observée pour le son, & je vois que par tout où il y a de la lumiere, on peut montrer qu'il y a une cause qui excite des Ondulations, & que par tout où l'on peut montrer qu'il y a une semblable cause, il y a aussi de la lumiere. Ce n'est pas que je préten-

de que les mêmes Ondulations produiſent le ſon & la lumiere.

J'ay dit d'abord que ce mouvement, ſans lequel je crois qu'on ne peut expliquer les proprietez de la lumiere, doit être en quelque façon ſemblable à celuy que demande le ſon, mais en effet je prétends qu'il y a une grande différence entre l'un & l'autre : c'eſt à dire autant à proportion qu'il y a entre le ſon & la lumiere, ou, ſi vous voulez, entre l'organe de l'oüie & celuy de la veuë, dont le dernier eſt compoſé de parties infiniment plus délicates que l'autre.

6. Differences des Ondulations pour le ſon & pour la lumiere.

Il ne faut donc pas s'imaginer que ce ſoient les mêmes Ondulations qui produiſent le ſon & la lumiere, en ſorte que ce ſoit aſſez qu'elles ſoient produites par des corps de differente nature ; les Ondulations & les Vibrations que demande la lumiere doivent être infiniment plus vives & plus ſubtiles que les autres, & comme celles qui ſe forment ſur la ſurface de l'eau, où celles que cauſe en l'air le mouvement des aîles d'un moulin

à vent, ou d'une corde de 100 pieds bien tenduë, ne rendent aucun son, aussi les Vibrations d'une cloche ou d'une corde de luth, quelques fortes & quelques frequentes qu'elles soient, sont néanmoins tres-foibles & tres-lentes, si l'on veut les comparer avec celles que les corps lumineux doivent exciter pour faire de la lumiere.

63. *Comment les dernieres sont produites par les corps lumineux.*

On n'aura pas de peine à concevoir la difference de ces deux sortes d'Ondulations, si l'on veut faire réflexion que c'est par l'action du feu que sont produites celles que demande la lumiere. Les corps de cette nature sont dans une continuelle & tres grande agitation ; toutes leurs parties tournent avec beaucoup de viteſſe autour de leur centre, & cela ne se peut faire, qu'ils ne pressent de tous côtez toute la substance liquide qui les environne ; de sorte que par cette pression leur force est également appliquée aux parties qui en sont les plus éloignées, pourveu que cette substance soit incapable de condensation comme l'*Æther*. D'ail-

leurs on a remarqué dans la Phy-ſique que toutes ces ſortes de corps reſpirent, c'eſt à dire qu'ils ont un mouvement particulier de compreſſion & de dilatation. La flamme d'un flambeau qui ſe nourrit des parties de la cire, s'enfle en les recevant; ou plûtoſt ces parties même ſe dilatent & dilatent la flamme, ſi-toſt qu'elles y entrent, à peu prés comme le nouveau ſang qui entre dans les ventricules du cœur, s'y dilate & dilate le cœur même, qui ſe reſſerre par aprés en le rejettant, comme la flamme ſe reſſerre auſſi en rejettant les parties impures de la cire qui n'ont pu s'embraſer, & en rejettant avec elles toutes les autres qui ſe ſont embraſées & qui luy ont ſervi de nourriture, mais qui ont changé de nature aprés leur embraſement, & qui ont ceſſé d'eſtre propres à la nourir.

Nous ne pouvons douter qu'il ne ſe faſſe autour du Soleil à peu prés comme autour de l'aimant, une circulation de parties qui ſervent à l'entretenir dans ce même mouvement de compreſſion & de dilatation réciproques

proque : les vapeurs groſſieres qui s'en forment & qui ont quelquefois obſcurci ce bel Aſtre, ou fait paroître ſur luy comme des tâches fort noires, nous en convainquent aſſez ; & ſi nous voulons conſiderer que le bois pourri ne paroît lumineux, que lorſque les fibres de l'écorce interieure dont il eſt révêtu, & entre leſquelles il étoit reſté de la ſéve, commencent à ſe pourrir par la fermentation de ce ſuc ; que les teſtes & les chairs mêmes des poiſſons ne répandent de la lumiere, que lors qu'elles ont auſſi commencé de ſe pourrir ; que la pierre de Boulogne auſſi bien que quelques autres pierres d'une autre nature, doivent eſtre frottées & échauffées avant de pouvoir produire de la lumiere : ſi nous voulons, dis-je, faire reflexion à toutes ces choſes, nous trouverons ſans doute qu'il n'y a nulle peine a concevoir que tous les corps lumineux reſpirent, & que leur force étant appliquée à toutes les parties du milieu qui les environne, par la preſſion de

ces mêmes parties, comme on le vient de dire, il ne se peut faire qu'ils ne les ébranlent toutes en même temps, & qu'ils n'y produisent de tres-vives & de tres-frequentes Ondulations, par ce mouvement de respiration, que nous avons trouvé qui leur est propre, & qui est d'autant plus vif en eux, qu'il est moins perceptible.

On ne peut donc s'empêcher après celà d'expliquer la production de la lumiere par le mouvement d'*Ondulation*, ce mouvement estant d'ailleurs si propre, comme on le conçoit assez de tout ce qui a été dit, à en faire entendre toutes les proprietez. Mais pour entrer dans un plus grand détail, & pour faire concevoir plus distinctement la maniere dont la lumiere est produite par tous les corps lumineux; examinons, si vous voulez, la maniere dont elle est produite par la flamme, parce qu'elle nous peut estre plus sensible & plus connuë.

Je suppose que l'on conçoit assez que l'air qui est le vehicule du son, comme le dit Aristote, * ne peut aus-

*Cap. 7. lib. 2. de anima. text. 75.

s'il l'eſtre de la lumiere, ſelon que ce même Philoſophe l'a remarqué * par la ſeule force de ſon raiſonnement, & ſans avoir eu l'uſage du microſcope, qui nous fait voir qu'on doit neceſſairement reconnoître qu'il y a dans la nature une autre ſubſtance que l'air, qui ſoit toute liquide en toutes ſes parties, & propre à remplir les pores des autres corps qui ſont ſans nombre dans leurs plus petites parties, & où il ſeroit impoſſible que l'air y entrât. Nous découvrons ces pores par le moyen de cet inſtrument que nous avons dit, & nous ne le pourrions jamais faire, ſi cette ſubſtance infiniment ſubtile n'y entroit pour y porter de la lumiere. Elle doit y entrer, parce qu'elle eſt fort preſſée dans tout cet Univers par l'action des corps lumineux, comme nous l'avons dit, & elle y doit auſſi porter de la lumiere, parce qu'elle y eſt ondulée, comme nous l'avons encore fait remarquer.

64. *Que leur ſujet n'eſt point proprement clair.*

* *Lumen eſt actus perſpicui. Hujuſmodi autem eſt aër & aqua & multa ſolidorum ut cryſtallus, &c. Non enim ſecundùm quòd aqua, neque ſecundùm quòd aër perſpicuum eſt, ſed quoniâ natura eadem eſt in his utriſque. libr. 2. de anima, t. text. 68.*

65. *Comment elles ſont produites par la flamme.*

La flamme donc qui eſt compoſée d'une infinité de petites étincelles de

feu, qui ont un mouvement fort rapide autour de leurs centres, lorsque l'on allume une chandelle, par exemple, communique à quelques-unes des parties de la cire ou du suif ce même mouvement, & la chandelle commence de brûler : ces parties ainsi agitées, comme c'est l'ordinaire des corps que l'on commence de mettre en mouvement, & que l'on continuë d'agiter pendant quelque temps, acquerent un certain degré de viteſſe qu'elles perdent paraprés, parce qu'elles le communiquent à d'autres ; c'eſt au moment que les parties de la flamme ont leur plus grand degré de viteſſe, qu'elle s'enfle ; & elle s'enfle particuliérement vers le milieu, où ſon mouvement eſt plus violent, & où ſa lumiere pour cette raiſon paroît beaucoup plus vive. Elle eſt comme bleüâtre vers le bas, où les parties de la cire ne commencent que d'entrer en mouvement : elle paroiſt épaiſſe & rougeâtre vers ſa pointe, parce qu'elles n'ont preſque plus là qu'un mouvement droit par lequel elles ſont

portées hors de la flamme.

Outre que la chaleur de la flamme rarefie l'air d'alentour & contribuë par là à l'Ondulation de l'*Æther* ; cette même ſubſtance ſe trouvant comprimée par la force du feu, en la maniére que nous l'avons expliqué plus haut, ne manque pas auſſi d'être ébranlée en même temps par ſon mouvement de dilatation & de compreſſion reciproque ; c'eſt à dire qu'elle eſt ondulée, & que par ce moyen la lumiere s'étend bien loin autour de la flamme.

Les feux qui ont la force de rarefier beaucoup d'air autour d'eux par leur chaleur, ont le pouvoir de produire des Ondulations bien plus fortes dans un bien plus grand eſpace, & ſi leurs parties ne ſont pas plus groſſieres, ils pouſſent auſſi beaucoup plus loin leurs lumieres : mais il y a de certaines flammes innocentes qui n'ont point de chaleur ſenſible, & qui ſans rarefier l'air, ne font qu'onduler foiblement la matiere ſubtile. Les corps qui luiſent de cette façon, ſont de differente nature, & ils contri-

buënt tous diverſement à l'Ondulation de cette ſubſtance. Quelques-uns envoyent hors d'eux par la tranſpiration quantité d'eſprits tres-ſubtils, qui ſont au dedans d'eux-même dans une tres-forte agitation; & ces eſprits qui ne ſont pas aſſez rudes pour cauſer de la chaleur, ſont néanmoins aſſez vifs pour exciter des Ondulations & de la lumiere. Il eſt probable que c'eſt ainſi que certaines mouches des Indes, les vers luiſans & quelques poiſſons paroiſſent de nuit fort lumineux: & ce qui rend encore cela plus plauſible, c'eſt qu'on a remarqué que leur éclat diminuë à meſure que leur vie & leurs forces s'affoibliſſent, & qu'il s'éteint entierement aprés leur mort, lorſque l'agitation des eſprits ceſſe. On peut dire qu'il y a d'autres de ces corps luiſans tellement diſpoſez, que quelques-unes de leurs parties ſont tres-aiſées à ébranler, de ſorte qu'à la moindre agitation de dehors elles ſont excitées à continuer pendant quelque temps leurs Vibrations qui produiſent de la lumiere, comme les cor-

66.
Comment elles ſont produites par les mouches d'Inde & par les vers luiſans &c.

des d'un luth ou d'un claveſſin expoſé au vent, peuvent rendre du ſon. Il leur arrive encore peut-être ce qui arrive à certaines flûtes & à certains cornets qui ſonnent toûjours eſtant expoſez à l'air ; ou bien comme il y auſſi certaines cavernes où l'on entend perpetuellement du bruit, qui eſt cauſé par la ſeule agitation de l'air qui eſt determiné à onduler, en paſſant par leur ouverture ; ainſi il ſe peut faire que ces corps ont de certaines ouvertures par leſquelles la matiere ſubtile qui eſt dans un mouvement continuel, ne peut paſſer, ſans eſtre auſſi determinée à onduler, & ſans qu'il s'y produiſe de la lumiere. Certaines pierres & certains diamans dont nous avons parlé cy-deſſus, pourroient bien luire de l'une de ces deux manieres ; & ce qui ſemble appuyer cette penſée, c'eſt que leur éclat augmente lors qu'on les échauffe & qu'on les frotte un peu rudement, pour faire que les reſſorts inſenſibles de ces pierres redoublent leurs Vibrations dont ils ſont ſi ſuſceptibles.

67. *Comment elles ſont produites par certaines pierres.*

68. *Comment elles sont produites par le Soleil.*

Il me semble qu'il seroit inutile aprés cela de m'étendre davantage & d'entreprendre d'expliquer en détail la maniere dont le Soleil & les Etoiles produisent leur lumiere. Le Soleil étant peut-estre plus petit que les moindres Etoiles, est néanmoins 38600 fois & peut-estre même 70000 fois plus grand que la terre, & ainsi ce n'est pas merveille que sa lumiere puisse estre portée jusqu'à nous : je crois même qu'il luy faut à proportion de sa grandeur beaucoup moins de force pour éclairer ce grand espace, qu'il n'en faut à un flambeau pour éclairer jusqu'à cent pas : L'air d'icy-bas qui empêche que les Vibrations d'une pendule ne durent toûjours, ne pouvant estre ondulé avec la substance ætherée qui est dans ses pores, sans que toutes ses parties soient reciproquement condensées & dilatées, est un obstacle aux corps lumineux, & ils n'y peuvent produire leur lumiere que jusqu'à une certaine distance, où se peuvent étendre ces Ondulations de l'air. Ils ont même besoin de quelque temps, quoy

69. *Difference de la lumiere du*

qu'imperceptible dans sa durée, pour répandre leur lumiere dans tout cet espace qu'ils peuvent éclairer, parce que ce mouvement de compression & de dilatation des parties de l'air qui accompagnent toûjours les Ondulations de l'Æther, est en quelque façon successif. Mais la lumiere du Soleil ne trouve cet obstacle, que depuis que ses rayons commencent d'entrer dans l'atmosphere, sa force est appliquée également par la pression à toutes les parties de ce corps subtil continu qui remplit tous les espaces des Cieux au dessus de l'air ; & si l'Ondulation, qu'il y produit par son mouvement de compression & de dilatation, ne faisoit que ses rayons se trouvent plus écartez les uns des autres, à une distance plus grande de leur centre qui est le corps même du Soleil, sa lumiere qui n'y peut pas estre moins forte, en prenant chacun des rayons en particulier, ne s'y trouveroit pas aussi moins grande & moins éclatante qu'elle est à une distance mediocre ; elle ne souffriroit pas aussi aucun retardement dans sa propagation,

Soleil au dessus de l'air & dans l'air.

comme on le voit assez : mais outre que ses rayons sont affoiblis lors qu'ils penetrent dans l'athmosphere, ou l'air par la compression & par la dilatation de ses parties, trouble en quelque façon & retarde les Ondulations de la substance ætherée; outre cela, dis-je, on conçoit que sa lumiere demande un peu de temps pour venir de là jusqu'à nous. Le temps cependant ne peut pas être perceptible, & si l'air est si mobile que les Ondulations qu'y produit une cloche s'étendent à plus de deux cens pas dans l'espace d'une seconde, celles que le Soleil y produit, & qui sont infiniment plus vives & plus subtiles que les autres, ne demandent assurément pas ce temps là pour être portées dans toute la region de l'athmosphere, & pour venir jusqu'à nous.

70. *Qu'elle ne la peut produire dans l'air en un instant.*

Il y en a qui ont voulu dire que si la lumiere du Soleil employoit seulement une seconde minute à venir jusqu'à nous depuis quelle à commencé d'entrer dans l'athmosphere, il faudroit que le Soleil ne nous parut qu'un espace de temps bien considerable

aprés qu'il eſt levé ſur nôtre horizon; mais on voit par ce qui a eſté ſuppoſé, qu'elle doit être portée, & répanduë en un inſtant dans tout l'eſpace qui eſt au deſſus de l'air, & que le raiſonnement de ces Auteurs, ne peut avoir aucune force contre nous.

D'autres ont penſé que le Soleil étoit un veritable feu, non ſeulement parce qu'il en a la lumiere, mais encore parcequ'il en a la chaleur; mais Ariſtote & S. Thomas enclinent au ſentiment contraire; & ils penſent du moins que ce n'eſt pas un feu ſemblable au nôtre. Ils diſent même ouvertement qu'il n'a point de chaleur, qu'ils n'attribuent *qu'au ſeul froiſſement* * *& qu'à la ſeule agitation des parties de l'air, qui n'eſt cauſée ſelon leur ſentiment que par le mouvement local du Soleil.* Cette opinion eſt appuyée ſur ce que la chaleur dépend en effet du froiſſement, & de l'agitation des vapeurs & des exhalaiſons qui ne ſont pas portées plus haut que le ſommet des plus hautes montagnes, qui demeure pour cela quaſi toûjours deſtitué de chaleur, & chargé de

* *Caliditas autem ab ipſis aſtris lumenque ideo fit, quia aër illorum motione attenuatur lib. 2. de Cœlo c. 7. text. 42.*

neiges. Le Soleil est donc selon l'opinion la plus probable de ces deux grands genies, de la nature de ces autres feux innocens que nous avons dit qui brillent sans avoir en eux aucune chaleur sensible. Cependant comme nous voyons que le vent qui souffle doucement quand il ne trouve point d'obstacle, excite du bruit, quand il rencontre un arbre où les feüilles & les branches agitées se chocquent les unes contre les autres; aussi le mouvement de la substance ætherée qui luy est communiqué par le Soleil, & le même Soleil par le moyen de ce mouvement peut exciter de la chaleur dans cette basse region, quoy qu'il n'en ait pas en soy, & qu'il n'en excite pas même dans toute cette vaste étenduë où se répand la substance ætherée. Mais nous n'avons entrepris de parler que de la lumiere, & je crois en avoir assez dit de sa propagation.

71. *Le Soleil est un feu sans chaleur selon Aristote & S. Thomas.*

La cause de sa réfléxion s'entend assez de ce qui a esté dit à *l'Art.* 24. & nous avons fait remarquer l'avantage admirable du mouvement d'On-

dulation, pour expliquer la proprieté qui s'obſerve dans la refraction. Mr. Deſcartes, pour rendre raiſon de cette proprieté, ſuppoſe une choſe incroyable, ſçavoir que la lumiere paſſe plus aiſément & plus vîte à travers de l'eau, qu'à travers de l'air, & généralement que plus le corps eſt dur & groſſier, plus la lumiere s'y répand facilement. Sans m'arreſter à dire icy tous les inconveniens que je trouve dans la maniere dont Mr. Deſcartes explique la cauſe des refractions; je me contente de dire, qu'il n'y a rien, ce me ſemble, de moins croyable que ce qu'il ſuppoſe. Il a beau dire qu'une boule roule bien mieux dans une ſalle pavée de marbre, que ſur une allée de gazon; que l'eau & le verre donnent un paſſage libre & dégagé aux petites boules du ſecond élement qui font la lumiere, au lieu que l'air les embarraſſe par ſes inégalitez & par ſa molleſſe. Si cela eſt ainſi, pourquoy ne voyons-nous pas plus clairement quand nous regardons à travers un verre, que quand nous n'avons devant les yeux que de l'air?

72. *Explication de la refraction par Mr. Deſcartes.*

72. *Inconveniens & cette explication.*

pourquoy ne voyons nous rien du tout quand le verre est trop épais ? la lumiere y a passé plus aisément qu'elle n'auroit fait s'il n'y avoit eu que de l'air ; & cependant nous voyons moins, ou plûtost nous ne voyons point du tout : c'est ce qui me paroît difficile à comprendre. Je sçay que l'on dit à cecy, qu'à la verité la lumiere qui passe par le verre y passe plus aisément & plus vîte qu'elle ne feroit dans l'air ; mais qu'aussi il en passe moins, parceque le verre estant plus dense, a moins de pores. Mais cela me paroît encore fort difficile à entendre : car comment y passera-t'il moins de lumiere, si elle y peut passer plus vîte & plus aisément ? je veux que les pores soient plus serrez ; mais suivant toutes les loix de la Méchanique, la petitesse des canaux est toûjours recompensée par la viteſſe de la liqueur qui y passe, quand il arriveroit que tout le reste seroit égal. Comme il ne passe donc pas moins de liqueur par l'endroit du canal qui est estroit, que par celuy qui est large : à plus forte raison devroit-il

passer plus de lumiere par ces canaux du verre, quoyque plus estroits, puisque la lumiere y passe non seulement plus vîte, mais aussi plus aisément.

74. *Autre inconvenient.*

Davantage Mr Descartes voudroit-il dire que la lumiere se répande plus facilement dans la matiere subtile dont il compose le Ciel, que dans cet air grossier qui environne la terre ? il faut bien qu'il le dise malgré qu'il en ait ; car quelle apparence que ce mouvement, ou que cette action qui fait la lumiere, soit plus retenuë dans l'endroit du Ciel où il n'y a rien qui puisse luy causer aucun empêchement, qu'icy bas sur la terre, où une infinité de vapeurs, & de corps grossiers & opaques apportent de l'obstacle à la propagation de la lumiere ? Il faudroit donc par les principes de Mr Descartes, que la lumiere passant de cét espace où il n'y a que la matiere subtile, dans celuy-cy où il y a de l'air, se rompit en s'éloignant de la perpendiculaire. Cependant l'experience nous fait voir le contraire, & toutes les observations s'accordent en ce point, que les astres nous paroiss-

sent plus haut qu'ils ne sont, d'où il est manifeste que leurs rayons se rompent en s'approchant de la perpendiculaire.

75. *Les rayons se rompent vers la perpendiculaire ou ils vont plus lentement.*

Toutes ces raisons sont convainquantes, ce me semble, & nous font reconnoître visiblement que la lumiere se rompt vers la perpendiculaire, quand elle entre dans un corps où elle va plus mal-aisement, & c'est ce qui s'accorde parfaitement à ce que j'ay démontré à *l'art. 57.*

76. *Refraction expliquée par le P. Maignan, & par quelques autres.*

Le P. Maignan dans le livre qu'il a fait de la *perspective horaire* explique autrement la cause des refractions, en supposant, comme je l'ay fait, que la lumiere passe plus vîte & plus aisement dans un corps plus diaphane, que dans celuy qui l'est moins : c'est à dire dans l'air, que dans l'eau ou dans le verre. Sa demonstration est tres ingenieuse & tres Geometrique, & je vois qu'elle a esté faite encore de même par un sçavant Anglois. Je ne crois pas pourtant que cette démonstration puisse de rien servir pour les refractions, parce qu'on suppose que les rayons de lumiere

qu'ils considerent comme de petits corps mus & transportez en ligne droite, sont comme autant de petits cylindres, ou comme autant de petits parallelepipedes coupez à angles droits: en ce cas on demontre fort bien que les rayons se rompent en observant l'analogie des sinus, comme l'on a dit qu'ils le font; mais il est aisé de voir qu'il n'y a pas plus de raison de donner à ces rayons la figure de cylindres ou de parallellepipedes, que celle que leur donne Descartes, qui les considere comme autant de petites boules: & quand il seroit vray qu'ils auroient cette figure, du moins ne paroît-il pas qu'ils deussent plûtôt être coupez à angles droits que de toute autre maniere: au quel cas la demonstration de ces Mathematiciens ne peut être bonne, comme on le verra aisément si l'on veut se donner la peine de l'examiner. La demonstration qu'à prétendu faire le P. Grimaldi n'est pas non plus réguliere: & pour ce qui est de ce que dit Mr Hooc dans sa Micrographie, où il y a tant de choses si curieuses, je trouve qu'on ne peut

77. *Refractions & Ondulations de Mr Hooc.*

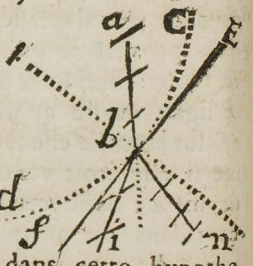
pas si avantageusement se servir de ses pensées pour expliquer les refractions par le mouvement d'Ondulation, comme je me suis servi de celles du P. Pardies. Car premierement il veut que les rayons se rompent en s'approchant de la perpendiculaire lors qu'ils entrent dans un milieu où les Ondulations vont plus vîte, & par consequent il veut qu'elles aillent plus vîte dans l'eau que dans l'air, ce qui est conforme à ce que l'on a trouvé à redire dans M. Descartes. Secondement il y a encore dans son hypothese d'autres difficultez particulieres qui paroissent insurmontables. Car si les rayons se rompent, comme il le veut, en approchant de la perpendiculaire lors que les Ondulations vont plus vîte, ces rayons couperont obliquement les Ondulations comme il le prouve luy-même. Or on a ce me semble, démontré que les rayons par lesquels se fait la communication du mouvement, sont perpetuellement perpendiculaires aux Ondulations, & que c'est par leur mouvement perpendiculaire que l'on mesure leur effort

à l'égard du sentiment, c'est à dire que c'est par la perpendiculaire à la tangente de l'endroit de l'Ondulation qui frappe l'organe ; de sorte que quand bien même le rayon seroit oblique, il seroit neanmoins senti comme s'il venoit perpendiculairement, à quoy Mr Hooc n'a pas pris garde.

78. *Inconveniens de cette explication.*

Mais pour faire voir encore plus clairement les inconveniens de son hypothese, figurons nous que le rayon *ab* soit oblique, si faire se peut, à l'Ondulation *bcd* & qu'une surface d'un autre milieu se trouve disposée en sorte quelle touche l'Ondulation justement au point *b* : nous pouvons prendre une si petite partie de l'Ondulation vers le point *b* que nous la pouvons considerer comme une petite ligne droite appliquée à la ligne *ef.* sur laquelle elle sera tombée, comme si elle étoit venuë parallellement depuis *a* : donc cette ligne s'enfonçant dans cét autre milieu que nous avons dit, continuera d'aller parallellement en s'éloignant du point *b*, & si son mouvement se rompt, soit en s'approchant de la perpendiculaire

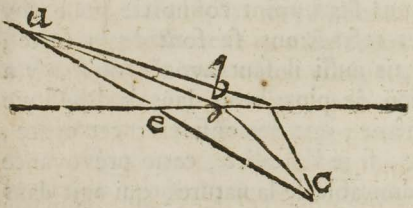
vers *m*, soit en s'en éloignant vers *n*, elle demeurera toûjours parallelle à la surface *ef*, n'y ayant rien qui la determine à changer sa situation. Or cela détruit entierement l'hypothese de Mr Hooc, comme il est aisé de le concevoir. Car le sentiment de l'effort de l'Ondulation ne se feroit pas suivant le rayon oblique *a b*, mais seulement selon un autre rayon que l'on concevroit luy être perpendiculaire. Outre ce que je viens de dire, j'ay remarqué que dans cette hypothese de Mr. Hooc, on ne démontre pas les proprietez des refractions qui gardent toûjours l'analogie des finus; c'estoit cependant une chose qu'il se falloit mettre en peine de prouver, & qui à mon avis ne peut estre prouvée dans cette hypothese.



Je ne veux pas omettre de rapporter icy une autre proprieté des refra-

ctions, qui n'eſt peut-eſtre pas moins admirable que la premiere; c'eſt que le chemin que font les rayons pour aller d'un point à un autre dans deux milieux de differente nature, eſt toûjours de tous les chemins poſſibles celuy auquel elle employe le moins de temps, ou par lequel elle va le plus aiſément. Par exemple, s'il y a un flambeau en *a* & qu'il ſoit queſtion d'éclairer le point *c.* qui eſt dans l'eau; en prenant les deux lignes *ab* & *bc*, ſçavoir celles qui gardent l'analogie des ſinus de la refraction, & par où paſſe en effet le rayon qui éclaire le point *c.* je dis que la lumiere employe moins de temps à aller par ce chemin *abc*,

79. *Chemin le plus court que prend la lumiere dans la refraction.*



qu'elle ne feroit en allant par tout autre chemin poſſible, comme par *adc.* ou *aec.* quoyque ce dernier puiſſe

eſtre plus court. Comme cette demonſtration eſt tres belle, & quelle eſt du P. Pardies, qui ne l'a jamais fait imprimer, & qui ſe contenta de l'envoyer à Monſieur Fermat, je la mettray à la fin de ce Traité.

80. *Vtilité de la cauſe finale ou morale dans la Phyſique.*

A la verité ces ſortes de démonſtrations qui ſuppoſent des principes ſemblables à celuy que cette démonſtration ſuppoſe, *Que la nature agit toûjours par les chemins les plus aiſez* & où elle va en moins de temps, ne ſont pas ſuffiſantes pour nous donner la connoiſſance des choſes de la nature que nous ne connoiſſons pas; & toutes ces maximes tenant plus de la Morale & de la cauſe finale, que de la Phyſique ou de la cauſe efficiente, ne nous font point connoître pourquoy les refractions ſe font de la ſorte; mais auſſi il faut avoüer qu'il n'y a rien de plus beau dans la Phyſique même, que de conſiderer cet ordre, &, ſi je l'oſe dire, cette prévoyance admirable de la nature, qui agit dans toutes ſes opérations avec autant de juſteſſe, que ſi elle avoit la connoiſſance d'une fin, & qu'elle en choiſit

les moyens les plus efficaces ; & c'eſt, ce me ſemble, priver la Phyſique du plus beau de ſes ornemens, que d'en exclure la cauſe finale, comme faiſoient autrefois les Epicuriens, & comme font encore aujourd'huy quelques nouveaux Philoſophes, qui ne veulent conſiderer dans la nature que ce qu'il y a de méchanique.

Aprés avoir expliqué ce qui regarde la refraction de la lumiere, on peut eſtablir de nouvelles conjectures pour faire entendre en quoy conſiſte la tranſparence des corps, & l'on doit dire d'abord que les corps qui ſont tranſparens, ſont proprement ceux qui ſont ſuſceptibles d'Ondulations, ou qui peuvent du moins les tranſmettre. La plûpart des Philoſophes nouveaux eſtiment que les corps diaphanes ont de tous côtez pluſieurs pores rangez en ligne droite, par où la lumiere peut s'inſinuer & ſe tranſmettre. Quaſi toutes les ſectes ſont d'accord en ce point, & Ariſtote même ſemble avoir toûjours expliqué la nature du diaphane par l'ordre & la rectitude des pores. Il n'y a point de

81. *Tranſparence des corps expliquée par le moy en des pores.*

doute qu'un corps qui seroit percé régulierement & en lignes droites de toutes parts, laisseroit passer la lumiere & qu'il paroîtroit transparent, quoy qu'il fust opaque de sa nature. Un verre à qui le mesange d'une infinité de petits corps opaques à donné une forte couleur, paroist pourtant diaphane, & tout ensemble, par tout coloré; ainsi quoy que le verre le plus pur fût luy-même composé d'une substance opaque, il pourroit néanmoins paroître entierement transparent, s'il étoit percé d'un tres-grand nombre de pores insensibles.

82. *Inconveniens de cette explication.*

Mais quand il seroit vray que la nature pourroit ranger assez subtilement les parties & les pores des corps; je ne croy pas neanmoins que ce fût là l'unique maniere d'expliquer la transparence; & ie crois que l'on peut se persuader qu'il n'est pas impossible que la lumiere se transmette même à travers les corps, sans qu'il soit besoin de pores. C'est assez que l'on puisse montrer, comme je ne vois pas qu'il soit si difficile, que ces corps que nous

83. *Transparence expliquée sans pores.*

appellons

appellons transparens, sont eux-mêmes susceptibles d'Ondulation. On a fait voir qu'il n'estoit pas besoin de fentes ny d'ouvertures dans les murailles d'une chambre pour y faire entrer le son, parce que l'agitation de l'air exterieur est capable de les ébranler & & d'agiter par consequent l'air qui est dans la chambre ; pourquoy ne seroit il pas aussi probable que l'agitation de cet *air subtil* qui porte la lumiere, eut la force d'ébranler les parties des corps les plus solides pour les rendre transparens.

54. Les corps les plus durs sont capables d'Ondulation.

Les cristaux & les autres corps les plus durs & les plus inflexibles ne laissent pas de ployer au moindre effort, comme on peut en être convaincu, non seulement par le son qu'ils rendent, quand ils sont frappez, mais encore par la facilité avec laquelle on peut les faire ployer quand ils sont fort minces & fort étendus. D'ailleurs il est évident que tout corps qui ploye ainsi, est capable de compression & de dilatation ; car dans cette courbure, il faut necessairement que les parties de la face qui regarde en dedans, se ser-

rent & se compriment ; & que celles de la face qui regarde en dehors, s'étendent & se dilatent, comme l'on voit dans une baguette que l'on ploye en arc, où l'écorce se ride en dedans & & se déchire en dehors. Il est donc évident que le verre, les cristaux & les autres corps de cette nature sont capables de compression & de dilatation ; & c'est ce qui suffit pour faire comprendre qu'ils sont susceptibles des Ondulations, qui font la lumiere ; c'est à dire que leurs parties peuvent estre ébranlées par les secousses insensibles de cet air infiniment plus subtil que celuy que nous respirons, & qui a luy-même la force d'ébranler toutes les parties d'une grosse cloche, & de leur faire faire des Vibrations qui durent fort long-temps, quoy qu'on ne les frappe qu'avec la teste d'une grosse épingue.

Une difficulté se presente icy, & l'on demandera sans doute pourquoy donc il y a des corps opaques ? parce qu'il semble que tous estant du moins aussi fléxibles que le cristal, ils devroient par consequent tous paroître

transparens. A cela l'on peut répondre, qu'en effet il y a bien des corps qui de leur nature sont diaphanes ; mais j'ajoûte que les corps les plus diaphanes peuvent devenir tres-opaques, lors qu'ils sont disposez en certaine maniére. Le verre, tout transparent qu'il est, devient opaque, quand on le brise sur le marbre & qu'on le reduit en poussiere ; au contraire il y a des corps, qui tout opaques qu'ils sont, paroissent transparens quand on les reduit en de petites feüilles bien minces ; ainsi la lumiere pénetre une feuille d'or & passe à travers d'une table de marbre blanc bien mince. 85. *Difficulté.*

Remarquez donc ce que nous avons établi à l'*Art.* 59. en parlant des refractions ; que les rayons peuvent quelquefois tomber si obliquement sur un corps diaphane, qu'ils se réfléchissent sans le pénétrer. Ainsi quand on a réduit le verre en poussiére ; quoy que chaque petit grain soit diaphane, comme en effet il le paroît quand on le regarde avec le microscope, néanmoins comme ces grains sont fort irreguliers dans leurs figures, & qu'il y 86. *Disposition des corps opaques.*

en a une tres-grande multitude les uns sur les autres, il n'est pas possible que les rayons les puissent penetrer ; par, ce que dans ces fréquentes refractions qui surviennent coup sur coup aux rayons qui les pénétrent, il est inévitable qu'il ne s'en trouve enfin d'assez obliques pour ne pouvoir plus passer plus outre.

87. *Disposition de ces corps diaphanes.*

Delà nous pouvons juger que les corps doivent estre diaphanes, lors qu'ils sont tous uniformes & tous continus, au lieu que les autres doivent estre censez opaques, qui sont composez de plusieurs petites parties malunies. Ainsi le même verre, quand il est entier, paroît diaphane, & quand on l'a reduit en poussiére pour en composer une paste, qui, à en juger par les sens, paroît un corps uniforme, est néanmoins opaque. On peut dire de mesme de l'eau, qui quand elle est dans son état naturel, où toutes ses parties sont unies & continuës, est diaphane, mais qui devient aprés cela opaque, lors qu'elle est reduite en écumes, en vapeurs, ou en nuës, parce qu'elle est pour-lors divisée en une in-

finité de petites parties qui sont meslées d'air, ou de quelque autre corps étranger semblable, qui empêche la continuité & l'uniformité de ses parties.

88. *Deux liqueurs claires deviennent opaques estant mêlées.*

C'est ainsi que deux liqueurs, dont chacune en particulier est tres-claire & tres-diaphane, peuvent devenir opaques, étant mêlées l'une parmy l'autre, particulierement si l'une d'elles est un peu grasse & onctueuse; car en les agitant toutes deux ensemble, on fera voir que celle qui est la plus grasse, sera divisée par l'autre en quantité de petites parties qui demeureront séparées les unes des autres sans se pouvoir incorporer avec l'autre liqueur qu'elles rendent pour cela, de diaphane qu'elle étoit, opaque, comme nous voyons que l'eau devient opaque, dans laquelle on a fait dissoudre du savon.

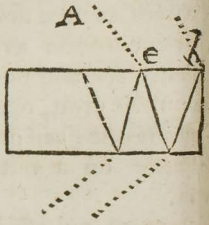
89. *Opacité du lait & du chile.*

Pour ce qui est des liqueurs qui ne sont point transparentes comme le lait, le sang & le chile, il n'est pas mal-aisé de voir que les unes sont comme des écumes, & que les autres sont composées de differentes humeurs mêlées

enſemble, le ſang eſt de cette nature comme l'experience & la raiſon le montrent, & la formation du lait & du chile par l'agitation ſubtile qui s'en fait dans les inteſtins & dans les glandes mamillaires, mais ſur tout l'ébullition violente du meſme lait fait aſſez voir qu'il n'eſt en effet qu'une ſubtile écume qui s'enfle & ſe dilate extraordinairement par la chaleur.

90. *Reflexions ſur les ſurfaces du verre.*

La remarque que l'on a faite que les rayons de la lumiére ſe réfléchiſſent, tant ſur la ſurface interieure que ſur la ſurface exterieure des corps diaphanes, eſt ſinguliére & mérite que l'on en diſe quelque choſe. Il y a un verre *b f* qui eſt plat des deux côtez, & ſur lequel tombe un rayon *a b*. Le rayon, qui ſe rompt en entrant dans le verre, vers la perpendiculaire, c'eſt à dire vers *e*, ſe réfléchit auſſi en partie vers *i*. Il ſe rompt encore une ſeconde fois en ſortant du verre, vers *d*, & il ſe réfléchit auſſi



en *e*, puis il reſſort pour aller en *k*; & il ſe réfléchit encore en partie pour aller en *f*, où il ſe rompt encore de nouveau, & ainſi tant que le verre dure. Ces réfractions & ces réflexions réïterées ſont admirables & ſur tout celles qui ſe font ſur la derniere ſurface du verre. Ceux des nouveaux Philoſophes qui ont le plus examiné la nature, attribuent tous la cauſe de ces réflexions à la diverſité des pores, qu'ils diſent que la lumiere, en ſortant du verre, trouve diverſement diſpoſez dans la ſurface de l'air, en ſorte que juſtement à l'ouverture des pores du verre, il ſe trouve quelques-unes des parties ſolides & opaques de l'air, qui contreignent ces deux rayons qui tombent ſur elles, de ſe réfléchir, tandis que les autres rayons qui rencontrent les pores de l'air ouverts, paſſent outre & ſe rompent.

Je ne doute point que ces corps ainſi diverſement rangez ne puiſſent contribuer quelquefois à faire de ces réflexions; mais ſi nous voulons bien nous reſſouvenir de ce qui a été dit tout récemment de la tranſparence des corps, 91. Expliquée.

nous trouverons que la cauſe principale & ordinaire de ces mêmes réflexions eſt dans le verre même & dans les autres ſubſtances diaphanes, qui ſont terminées comme luy par des ſurfaces. Si nous imaginions nôtre air comme étendu dans une atmoſphere autour de la terre & terminé à la hauteur d'une ou de deux lieuës, nous concevrions que les Ondulations de l'air, cauſées par quelque force extraordinairement violente, ſe répandroient en haut juſques à la ſurface convexe de l'atmoſphere : mais ces Ondulations étant venuës à l'extrémité, au lieu de paſſer outre, ſeroient arrêtées par la ſubſtance ætherée qui eſt au deſſus, & qui entretenant toute l'atmoſphere dans ſa figure ronde, repouſſeroit les parties de l'air qui commenceroient à s'élever au delà, & par conſequent les contraindroit de ſe réfléchir en bas; & c'eſt peut eſtre ainſi, qu'un grand coup de tonnere retentit fort long-temps par les échos & les réflexions qui ſe peuvent faire vers le haut de l'air. J'en dis de même à l'égard du verre & des autres ſubſtances terminées ; comme il

y a toûjours quelque force qui les tient en la figure qu'elles ont (quoy que ce puisse estre que cette force-là) les Ondulations doivent necessairement estre repoussées, quand elles sont venuës à l'extrémité, quoyque d'ailleurs elles ne laissent pas de communiquer leur mouvement à l'autre substance qui suit aprés, du moins si elle en est susceptible.

Il ne me reste plus rien à ajoûter à ce petit Traité, que ce qui regarde les couleurs & la maniére dont l'on peut dire que le mouvement d'Ondulation peut contribuer à faire entendre en quoy consiste leur nature & toutes leurs differences. C'est ce que je vais tâcher d'expliquer le plus briévement qu'il me sera possible. Je ne m'appliqueray point d'abord à prouver que les couleurs ne sont que des lumieres, je l'ay fait dans l'Optique, à la maniere accoûtumée, & supposant icy que l'opinion des Philosophes qui sont dans ce party est la veritable, je prétens que ce que je diray fera concevoir évidemment que je n'ay pas supposé un faux principe.

92. *Toutes les couleurs ne sont que des lumieres.*

Je commence par une remarque que je croy estre necessaire ; que la lumiere est en soy quelque chose de plus admirable, que tout ce qu'il y a de plus beau & de plus surprenant dans la nature ; soit que l'on ait égard à ses merveilleuses proprietez, soit que l'on considere sa divisibilité, qui va presque jusqu'à l'infini. En effet, quand on fait réfléxion qu'une des poussiéres que l'on ramasse sur une fleur, & qui est insensible à la veuë, étant regardée au travers d'un microscope, paroît comme un fruit d'une figure extraordinaire & composé de plus de dix mille parties, dont chacune semble estre beaucoup plus grande, que n'est en soy le grain de poussiére que l'on regarde, cela paroît étonnant, & on ne sçait ce que l'on doit admirer davantage, ou la composition de ces corps qui fait paroître une délicatesse qui surpasse tout ce que l'on en peut dire, & qui fait voir que les nouveaux Philosophes qui se sont mêlez de l'expliquer, ne sont encore gueres avancez, ou la subtilité inconcevable de la lumiére

74. *Subtilité inconcevable de la lumiere*

dont on voit qu'un rayon, qui eſt ſi mince qu'il n'éclaire qu'une partie qui ne fait point d'impreſſion ſur l'organe, quand on regarde l'objet ſans microſcope, ſe partage néanmoins ſur cette même partie en plus de dix mille rayons ſemblables qui deviennent capables de frapper ſenſiblement le même organe, pour luy faire appercevoir par le moyen du microſcope toute cette grande multitude de parties inſenſibles, dont celle, que l'on regarde, eſt compoſée.

Cela fait voir que nous avons eu raiſon de dire que le ſujet de la lumiere doit eſtre une ſubſtance parfaitement liquide; mais ce qui fait à mon ſujet, c'eſt que l'on conçoit de la que les corps ſont compoſez de parties, qui ne deviennent ſenſibles, que parce qu'il y en a enſemble une multitude preſque innombrable, qui toutes cependant ſont éclairées par la lumiere, & qui par conſequent ſont capables de la renvoyer plus ou moins fort, ſelon qu'elles different entre elles.

93. *Diſpoſition d corps pour renvoyer la lumiere.*

Je pretens donc avec Ariſtote, qui a dit des merveilles ſur ce ſujet * &

* *lib. de ſenſ & ſenſibili.*

qui a prévenu les experiences par la force de son raisonnement, que toutes les parties d'un même corps, ne sont pas toûjours capables de renvoyer de la même maniere les rayons qui leur viennent des corps lumineux. Nous sçavons qu'il y a des corps plus composez les uns que les autres ; c'est à dire icy dont les uns sont composez de parties qui sont plus semblables, & qui ont plus de rapport entr'elles dans les uns, qu'elles n'en ont dans les autres, & selon le raisonnement d'Aristote, les corps blancs & les corps noirs sont composez de la premiere maniere, & doivent par conséquent passer pour être d'une nature plus simple ; dans les autres il y a un melange plus ou moins grand de parties moins uniformes. Comme il arrive donc que par le mélange différent de divers sons, plus ou moins graves, & plus ou moins aigus (c'est la comparaison d'Aristote) il se fait des accords differens qui plaisent si leurs battement sont proportionnez, & qui ne plaisent pas s'ils ne le sont pas ; aussi,

dit ce Philosophe, lors que deux ou plusieurs rayons s'accordent tellement dans le mouvement qu'ils excitent dans l'organe, & dans la substance qui les porte, que les battemens en sont proportionnez & qu'ils s'accordent quelquefois à venir frapper ensemble, en sorte que le mouvement qui est double ne semble qu'un seul mouvement; pour lors la puissance qui n'est point partagée ni troublée comme elle l'est par des mouvemens irréguliers, perçoit une couleur entre le noir & le blanc dans un degré plus ou moins approchant de l'un ou de l'autre, qui luy semble tres agréable. Au contraire il y a des couleurs qui ne le sont point pour la raison opposée.

94. *Comment ils la doivent envoyer pour faire paroître des couleurs.*

Mais pour vous donner icy avec ordre les fondemens d'un systéme entier pour expliquer toutes les differences des couleurs suivant la pensée de ce Philosophe, qui s'accorde si bien avec l'expérience, qui paroît si raisonnable, & que l'analogie qu'il fait remarquer entre les couleurs & les sons favorise si fort; aussi bien que

95. *Le systéme d'Aristote pour expliquer toutes les couleurs par la lumiere.*

tout ce que nous avons dit du mouvement d'Ondulation ; ne supposons pas d'abord si vous voulez, que les corps blancs, comme on le doit inferer de ce qu'il dit, nous renvoyent les rayons de la même maniere qu'ils les reçoivent, c'est à dire au même nombre, & avec la même force : Examinons plûtost s'il a eu raison de le dire ainsi, non pas de peur de nous laisser surprendre à un faux préjugé, mais pour tirer tous les avantages que nous verrons que l'on peut tirer de cette discussion. Voyons aussi s'il a eu raison de dire que les corps noirs ne nous renvoyent point les rayons, & que c'est pour cela qu'ils nous paroissent d'une couleur opposée aux autres.

96. *La couleur blanche est la plus approchante de la lumiere.*

Premierement on doit concevoir que la couleur blanche est la plus approchante de la lumiere, comme on en peut juger par l'expérience même, qui nous fait voir que les autres corps, s'ils sont polis, & capables de renvoyer la lumiere avec quelque force, nous paroissent blancs dez-lors dans les endrois qui réfléchissent plus di-

rectement ; auſſi c'eſt la pratique des peintres de nous répreſenter ces parties éclairées, en mélant du blanc avec leurs couleurs, & en l'applicant même tout pur ſur les endrois des draperies, des architectures, & des autres choſes, qui ſont les plus éclairez dans leur tableau, & où il tombe, comme ils diſent un plus grand jour. Outre cela d'autres expériences nous apprenent que les corps de couleur blanche, s'ils ſont bien blancs, & qu'ils n'ayent point été ſallis, ne peuvent preſque jamais eſtre échauffez, ni brûlez, par les rayons du Soleil, quoy qu'on ſe ſerve pour cela d'un verre, ou d'un miroir ardent pour les recuëillir, & pour les raſſembler en plus grand nombre : tout ce que cela fait pour l'ordinaire, c'eſt que cela nous fait paroître la place ou tombent ces rayons ſur ces corps, extrémement lumineuſe, en ſorte que les yeux ont peine à en ſouffrir l'éclat. Nous voyons encore que le papier blanc garantit de l'ardeur du Soleil, & que les rideaux blancs que l'on met aux feneſtres contribuë beaucoup à entre-

tenir la fraicheur dans une chambre ; ce qui marque evidemment que les rayons de lumiere ne font nul sejour sur les corps de cette couleur, mais qu'ils renvoyent incontinent tous ceux qu'ils reçoivent avec beaucoup de force.

97. *Les corps noirs ne renvoyent point la lumiere.*

On peut dire tout le contraire des corps noirs ; car outre que nous voyons qu'ils prennent feu en un instant quand on rassemble sur eux les rayons de la lumiere de la maniere que nous avons dit, nous experimentons que c'est assez pour avoir le sentiment de cette couleur, qu'il ne nous vienne point de rayons de quelque endroit, comme par exemple des ouvertures des logis, & des fenestres des chambres ouvertes, où la lumiere entre, mais d'où elle ne ressort point pour venir à nos yeux nous voyons aussi que ce sont particuliérement les parties de la noix de galle qui servent à faire l'encre, & la teinture noire & nous sçavons que ces parties sont d'elle-même si lâches & si molles, qu'il faut les introduire dans les pores de l'eau, & des étoffes, par le moyen des sels differens

dont on se sert pour cét effet & que l'on a soin de méler dans la teinture. Nous connoissons encore la mollesse de ces parties, en ce qu'on ne peut plus donner une autre couleur aux étoffes, qui ont esté une fois teintes en noir, parceque aprés que ces parties lâches & molles les ont une fois penetrées, elles n'en peuvent plus être chassées à cause de leur mollesse; enfin cela nous doit persuader qu'elles sont d'elles même incapables d'Ondulation, & par consequent de renvoyer les rayons de la lumiere, ce que nous voulons particuliérement établir en ce lieu, pour appuyer le sentiment d'Aristote touchant la couleur noire, qu'il compare aux tenebres comme il me semble que nous l'avons suffisament appuyé touchant la couleur blanche qu'il compare a la lumiere.

Mais aprés avoir ainsi examiné ce sentiment d'Aristote il faut tirer de tout ce que nous avons dit les avantages que nous nous estions proposé d'en tirer, premierement pour juger de la composition differente des corps qui sont de l'une ou de l'autre couleur; & en second lieu pour establir en

ce genre un nouveau syſtéme.

99. *Compoſition des corps blancs.*

Pour ce qui eſt de la compoſition des corps blancs, & de la nature de leurs parties ; je crois que la maniere dont nous ſçavons à preſant qu'ils doivent renvoyer les rayons de lumiere montre aſſez qu'elles doivent eſtre, pour la plus part, de figure ronde, ou approchante ; c'eſt à dire qu'elles doivent eſtre aſſez uniformes, mediocrement polies, & bien ſerrées les unes auprés des autres. En effet, ſi l'on rangeoit quantité de petis grains polis les uns auprez des autres & qu'on les regardat du côté du jour ; tout l'eſpace qu'ils couvriroient paroitroit blanc, de quelque couleur que ces grains fuſſent, & nous ſçavons par experience que le lait, & les écumes de toutes les liqueurs ne paroiſſent blanches, que parce qu'elles ſont compoſées d'une infinité de petites boulles inſenſibles ſemblables à ces grains dont nous venons de parler, excepté qu'elles ſont infiniment plus petites, quoy qu'elles renferment toutes uu peu d'air, que l'agitation de la liqueur dont elles ſont une ſubtile

écume ; y fait entrer. C'eſt auſſi la raiſon pour laquelle deux liqueurs claires mêlees enſemble paroiſſent quelquefois blanches, ce qui arrive, comme l'on a dit cy-deſſus, lorſque l'une eſt plus graſſe que l'autre, & que ne pouvant eſtre confonduë avec elle, elle l'oblige à ſe diviſer en une infinité de petites parties imperceptibles ſemblables à celle du lait & de l'écume.

100. *Compoſition des corps noirs*

Les corps noirs ne peuvent pas eſtre compoſez de cette même nature de parties, & ce que l'on a dit cy-deſſus, fait voir clairement qu'elles doivent eſtre irréguliére dans leur figure, & qu'outre qu'elles ſont percées de tous côtez, comme les parties du charbon, qui paroiſſent ainſi, quand on les regarde avec le microſcoſcope, elles doivent encore eſtre toutes remplies & toutes couvertes de ces parties lâches & molles dont on a parlé cy-deſſus, & qui ſont incapables de renvoyer la lumiere. C'eſt ce que je crois que l'on peut dire de plus raiſonnable là-deſſus ; aprés quoy je puis établir, ce me ſemble, aſſez ai-

sément le nouveau syſteme que je me ſuis propoſé, pour la compoſition de toutes les couleurs, & me ſervir pour cela de l'avantage que me donne le mouvement d'Ondulation.

Il y a des couleurs de differentes eſpeces, & il y a dans chaque eſpéce de couleur des degrez différens qui en font les nuances, conſidérons, ſi vous voulez d'abord, qu'il n'y a que deux eſpéces de couleurs differentes, qui ſont le blanc & le noir, en ſorte que toutes les autres couleurs qui ſont entre deux, n'en ſoient que comme les nuances. Nous trouverons avec un moindre nombre de parties blanches, dont le reſſort ſe trouvera un peu affoibli par les parties lâches des corps noirs qui les couvriront, & qui les empêcheront de renvoyer la lumiere avec force, feront ce que nous appellons la couleur de pourpre ou le violet, que cette couleur ſe changera enſuite en rouge, lors qu'il y aura moins de parties blanches, & qu'aprés il ſe fera du jaune, ſi ces parties ſe trouvent preſques tout à fait découvertes, & qu'il y en ait un plus

101. *Il n'y a proprement que deux eſpéces de couleurs.*

102. *Les autres en ſont comme les nuances.*

103. *Couleur de pourpre, couleur rouge, couleur jaune.*

grand nombre. Ainsi depuis le noir jusqu'au jaune inclusivement il y aura quatre principales nuances de couleurs.

Tout de même en faisant de l'autre côté, qu'il y ait un nombre de parties noires mêlées avec les blanches, en sorte néanmoins que la plûpart des parties blanches soient legérement couvertes des parties lâches, que nous avons dit, qui en affoiblissant médiocrement le ressort, il se fera une couleur verte, aprés quoy en mêlant avec les autres encore d'autres parties blanches, dont le ressort ne soit point affoibli, & dont les battemens s'accordent reglément à venir frapper de temps en temps l'organe avec les battemens des autres qui ne le peuvent pas faire si souvent, parce qu'elles n'ont pas tant de force, il se fera du gris. Enfin si l'on suppose que la plûpart des autres parties blanches qui estoient couvertes des parties lâches des corps noirs sont presque tout à fait découvertes, en sorte que leurs battemens s'accordent à venir frapper l'organe avec les battemens

des autres, qui sont tout à fait découvertes, plus souvent qu'auparavant, le corps paroistra d'une couleur bleuë, & il y aura aussi de ce côté-là depuis le blanc jusqu'au bleu inclusivement quatre nuances.

105. *Les différens degrez de couleurs.*

Que si vous voulez aprés cela considerer toutes ces nuances comme autant de différentes espéces de couleurs, & que vous me demandiez comment se forment dans chacune de ces espéces diverses les divers degrez qui font ce que l'on appelle plus proprement & plus ordinairement les nuances des mêmes couleurs ; je dis qu'il ne faut point faire de nouvelle hypothese pour les expliquer, & qu'il n'y a qu'a se servir de tout ce que l'on a déja dit pour cela : mon sentiment est que les nuances de chaque couleur en particulier, ne demande pas un mêlange des parties different de celuy, qui fait l'espéce de la couleur même, & qu'il suffit de dire que d'autant plus que la nuance s'éloigne de l'espéce de la couleur dõt elle fait un degré, d'autant plus se doit-il trouver de différence entre les accords que les battemens obser-

vent ; c'eſt à dire qu'ils doivent s'unir plus ſouvent, ſi la nuance eſt plus vive, & qu'au contraire ils doivent s'unir plus rarement ſi elle l'eſt moins. On peut ajoûter à cela que les Ondulations & par conſéquent les rayons de lumiere ſont reſpectivement à l'egard de ces diverſes nuances ou plus forts ou plus foibles, comme nous l'allons dire en expliquant les couleurs qui ſe forment dans les gouttes de la pluye, dans une phiole pleine d'eau & dans le priſme de verre, parce que l'on peut tirer encore de là beaucoup d'éclairciſciſſement pour l'intelligence de ce nouveau ſyſtéme que je propoſe.

Si l'on veut donc prendre la peine de conſiderer ce qui arrive aux Ondulations en paſſant par le verre triangulaire ou en ſe réfléchiſſant de la phiole, on trouvera que les rayons qui ont de l'ombre à côté ſont déja foibles de leur nature, parce qu'ils viennent obliquement de l'un des côtez du Soleil ; mais outre cela ils ſont tellement rompus en paſſant dans l'un ou l'autre de ces deux corps, qu'ils en ſortent beaucoup plus écartez l'un de

l'autre qu'ils n'y estoient entrez, & qu'ils s'écartent même toûjours de plus en plus du côté qui est opposé à l'ombre. Or comme ceux qui sont voisins de cet ombre, & qui ne sont pas encore si écartez les uns des autres, font voir vers cet endroit par où ils sortent de la phiole pleine d'eau une couleur rouge ; on doit dire par conséquent, que les corps qui ont des pores en assez grand nombre, & qui outre cela ne sont pas beaucoup plus capables d'Ondulation & de ressort, que ceux qui paroissent noirs, doivent nous paroître de couleur rouge, parce qu'outre qu'ils affoiblissent les rayons, ils n'en renvoyent pas tant qu'ils en reçoivent, & que ceux qu'ils renvoyent ont bien de l'ombre entre deux.

Si l'on examine les rayons qui font le jaune, on trouvera qu'ils viennent des parties du milieu du Soleil, & qu'ainsi, outre qu'ils sont plus forts & moins obliques que les autres, ils n'ont point d'ombre à leurs côtez, & presque point du tout entr'eux toute l'ombre qui y pourroit estre, estant

estant bannie par le mélange de ceux des rouges, qui estant les plus écartez, se mélent avec eux. D'où il s'ensuit que les corps qui nous paroissent jaunes ne doivent qu'affoiblir un peu les rayons ; c'est à dire que leurs parties doivent estre un peu moins capables d'Ondulation, que celles qui composent les corps blancs ; & si vous voulez, il doit y en avoir encore quelques uns qui les affoiblissent autant que celles qui paroissent rouges.

108. *Du bleu & du verd.*

Il faut raisonner à proportion de la disposition des corps qui nous paroissent bleus ou verds, comme nous avons fait pour juger de la disposition des autres, & considerer la qualité des rayons qui nous paroissent de l'une de ces couleurs en sortant de la phiole ou du verre triangulaire. Il est certain que ces rayons viennent aussi obliquement que les rouges de l'un des côtez du Soleil, & qu'ils sont foibles comme eux ; mais aussi l'expérience nous fait voir qu'ils n'ont point d'ombre à leurs côtez, & il arrive même que le peu qu'ils en ont entre eux, se trouve dissipé

par une infinité d'autres rayons qui viennent se mêler avec eux de toutes les parties éclairées qui les environnent ; ainsi il est aisé de conclure qu'afin qu'un corps paroisse bleu ou verd, il faut qu'il renvoye autant de rayons qu'il en reçoit : mais il les doit affoiblir du moins autant qu'ils se trouvent affoiblis par les corps qui paroissent rouges ; c'est à dire que les parties qui les composent doivent estre encore moins capables d'Ondulation.

Il se doit même trouver dans les corps qui sont verds des parties lâches & molles qui en soient aussi peu capables que celles dont les corps noirs sont composez, si ces corps paroissent d'un verd obscur, & au contraire s'ils sont d'un verd plus clair, & qui ait beaucoup de vivacité, ils doivent avoir beaucoup de parties qui soient aussi capables d'Ondulation que les parties qui composent les corps jaunes.

Consideration des couleurs qui se forment dans l'Athmosphere.

109. Tout cela peut estre confirmé par la grande experience que tout le monde peut faire tous les jours. Nous

voyons que lors qu'avant le lever du Soleil il ne tombe sur la partie de l'athmosphere, qui est éclairée vers l'Orient, que des rayons foibles & obliques, dont la plus part sont réfléchis vers le Ciel, il nous paroît vers ce côté-là un rouge sombre & obscur, qui approche fort du violet; puis il prend ensuite une couleur tout à fait rouge, parce que plus de rayons ont la force de penetrer dans l'athmosphere, aprés ce rouge devient un rouge incarnat, puis il tire sur l'Orangé, ensuite il devient jaune & enfin tout à fait blanc, lors que le Soleil, tout prest à se lever, darde ses rayons avec plus de force, & qu'ils peuvent tous penetrer dans nôtre air grossier, sans qu'il y en ait presque aucun qui retourne vers le Ciel, & qui se réfléchisse.

J'ay déja parlé des nuances des couleurs, & j'ay prétendu, comme je l'ay dit, faire entendre plus particulierement tout ce qui les regarde, en considerant les couleurs qui le forment dans les gouttes de la pluye & dans le prisme de verre, ainsi je

crois qu'on me dispensera d'entrer dans un détail, qui aprés tout ce que j'ay dit, seroit inutile, outre que cela m'engageroit à une trop longue discussion, qui ne pourroit estre que tres ennuyeuse.



L'OPTIQUE.

LIVRE SECOND.

COMMENT SE FAIT LA Vision.

RIEN ne paroist plus admirable au monde que la maniere dont se fait sa vision ; soit que l'on considere la disposition de l'organe destiné à ce sentiment, soit que l'on ait égard à la maniere dont la lumiere est receuë & renvoyée par les objets, pour nous les rendres sensibles.

1. *C'est quelque chose d'admirable que la maniere dont se fait la vision.*

Il est constant que de bons esprits se sont appliquez dans ces derniers temps à examiner toutes ces choses, & que l'on a fait des progrez & des descouvertes tres considerables dans cette matiere. Mais comme il y a une grande complication de causes qui concourent à la vision, & quelles se trou-

2. *On a fort examiné dans ces derniers temps tout ce qui la regarde.*

vent quasi toûjours différemment dispersées selon la différente disposition des objets qui peut changer presque en une infinité de façons, on verra par la suite de ce Traité, qu'on pouvoit se servir plus avantageusement des découvertes que l'on a fait ; & que s'il n'a pas été necessaire d'en faire d'autres, il falloit néanmoins y ajoûter quelque chose pour mettre plus de netteté dans une matiere aussi embarrassée que celle-cy, & pour la traiter avec ordre.

3. *Mais qu'on pouvoit se mieux servir des découvertes que l'on a faites.*

On distingue communément trois sortes de visions différentes selon les trois différentes maniéres dont un objet nous peut être perceptible ; car ou il ne se rencontre rien entre luy & nous qui rompe ou qui détourne les rayons de lumiere qui nous en apportent l'image ; ou il se rencontre entre deux un corps qui rompt, ou une autre qui détourne ces mêmes rayons en la maniére qu'on l'expliquera dans la suite : La premiere façon de voir appartient à l'Optique, la seconde à la Dioptrique, la troisiéme à la Catoptrique, dont l'on ne parlera icy qu'autant qu'il sera ne-

4. *Il y a trois sortes de visions différentes, la directe, celle qui se fait par réfraction & celle qui se fait par réflexion.*

5. *C'est delà que la science qui regarde la vision, a naturellement trois parties.*

ceſſaire pour faire entendre en quoy conſiſte la différence de ces viſions que l'on a dites, & que pour rendre en general la raiſon des diverſes apparences des objets comme on doit le faire dans l'Optique, que l'on a entrepris de traiter icy, & non pas la Dioptrique & la Catoptrique, qui demandent des Traitez à part.

6 *On ne traite icy que de l'Optique.*

Parmy les anciens Auteurs qui ont écrit de l'Optique, il s'en rencontre qui l'ont traitée d'une maniere fort abſtraite, & qui, ſans deſcendre dans les cas particuliers, ſe ſont contentez d'apporter les principes Géometriques dont on devoit ſe ſervir pour rendre raiſon de ce qui ſe paſſe icy de Phyſique. Alphazen, Vitellio & les autres Géometres ſont tombez dans ce défaut; d'autres qui étoient purement Philoſophes ſont tombez dans un défaut tout contraire; car comme ils n'avoient aucune connoiſſance de la Géometrie, ils ont eſté obligez de recourir à des principes purement Phyſiques pour expliquer toutes choſes. Les premiers ſont exemts d'erreur, & n'ont rien dit qui ne ſoit tres-bon & tres-utile, quoy

7 *Les Géometres l'ont traitée d'une maniere trop abſtraite.*

8 *Il faut pourtant eſtre Géometre pour la bien traitter.*

qu'ils n'ayent pas dit tout ce qu'il falloit ; mais les autres sont tombez dans de tres-grandes erreurs, parce qu'ayant entrepris d'expliquer les choses Naturelles sans aucune connoissance des principes de la Géometrie & de la Méchanique, ils n'ont pû connoître en quoy consiste la vertu des causes Naturelles ni la maniére dont elles produisent leurs effets, qui dépend toûjours des loix du mouvement & des circonstances de la figure de leurs parties, qui sont des principes Méchaniques, par le moyen desquels tous les agens naturels suivent toûjours dans leurs actions les regles de la Géometrie.

9 *Mais outre cela il faut entendre parfaitement la Physique.*

Il faut donc être tout ensemble Philosophe & Géometre pour entreprendre de traiter cette matiere, & la Géometrie n'y est pas moins necessaire que la connoissance de la Physique : Cependant il ne faut pas être fort sçavant dans la premiere de ces Sciences, & on aura soin de s'accomoder icy tellement à la portée de tous ceux qui liront ce Traité, qu'on peut les avertir de ne se point décourager, & qu'on peut leur promettre qu'ils y auront

10 *On traite icy les choses d'une maniere fort intelligible.*

presque autant de satisfaction que les les plus grands Géometres, quoy qu'on se reserve d'y expliquer des choses qu'eux seuls pourront entendre, & qui leur pourront paroître assez nouvelles.

11 *Il y aura pourtant des choses qui ne pourront être entenduës que par des seuls Géometres.*

Si l'on veut bien supposer ce que l'on démontrera dans la Physique, que l'air est un corps spongieux dont les pores sont remplis d'une substance infiniment subtile, parce qu'elle est liquide en toutes ses parties, on concevra facilement qu'il est capable du mouvement d'ondulation; c'est à dire, qu'étant rempli autant qu'on peut être de cette substance qui presse tous les corps, parce qu'elle est elle-même extrémement pressée dans l'Univers, il ne peut y avoir aucun agent naturel à l'action duquel l'air ne resiste, quand il est pressé vers quelque endroit, parce qu'il faut qu'en même temps que la substance que l'on a dit, sorte de ses pores & l'agite par conséquent d'un mouvement tout contraire à celuy que l'agent luy imprime; ce qui fait qu'il n'en est remué que par secousses, qui font ce mouvement que l'on appelle d'ondulation,

12. *Les principes generaux qu'il faut supposer, & que l'on prouvera ailleurs*

13 *Explication du mouvement d'Ondulation*

parce que lors qu'il est produit par l'action des corps lumineux qui pressent non seulement l'air, mais encore la substance plus subtile qui est dans ses pores, ce mouvement a cause de la continuité de cette substance, est produit presque en un instant dans toutes les parties qu'il est capable de remuer à peu prés de la même maniere que les ondulations se produisent dans l'eau & sur sa superficie par la chûte de quelques corps que l'on y laisse tomber, & qui l'agite.

14 *Pourquoy on l'appelle ainsi.*

On a fait un Traité à part de ce mouvement où l'on examine sa nature & ses proprietez, & où l'on démontre qu'il n'y en a point dans le monde par le moyen duquel on puisse mieux faire entendre toutes les proprietez que nous remarquons dans la lumiere ; car outre que l'on fait voir qu'en effet il se répand en un instant, quoyque diversement dans tout l'espace qu'elle peut éclairer, on démontre que le rayon direct a toûjours incomparablement plus de force que l'oblique, quoy qu'à cause de l'air dont les parties ne sont pas un corps parfaitement continu, il ne puisse avoir

15 *On a fait un traité de ce mouvement.*

16. *Ce qu'on y establit & ce qu'on y démontre de ce mouvement.*

17 *Qu'on explique par son moyen toutes les proprietez de la lumiere fort naturellement.*

par tout une force égale: que la lumiere se réfléchit, & qu'un seul point de l'objet sur lequel elle tombe, la doit renvoyer de tous les côtez : qu'elle doit être détournée en passant par un corps plus dense que n'est pas l'air: que ce détour, que l'on appelle refraction, est plus ou moins grand, selon que le corps qui le produit a plus ou moins de densité; qu'elle est precisément la grandeur de ce détour dans tous les corps dont la densité est connuë, quand le rayon passe de l'un dans l'autre, & plusieurs autres proprietez de la lumiere & des corps lumineux dont on n'a pas encore apporté la cause que l'on ne doit pas chercher icy, ni examiner la nature de la lumiere, mais supposer seulement ce que l'on a dit de sa propagation & de la force qu'ont les corps lumineux, d'ébranler les autres de la maniere qu'il est necessaire pour les éclairer & leur donner de la lumiere, qui venant frapper les yeux, y fasse l'impression qu'il faut pour les leur rendre perceptibles.

18 *Quelles sont les principales proprietez de la lumiere qu'on y explique.*

On n'aura pas de peine à concevoir que les corps lumineux ont cette force,

19 Que les parties des corps lumineux sont en effet dans le mouvement, & comment on le prouve.

si l'on veut faire reflexion qu'en effet il n'y en a point dont toutes les parties ne soient dans un mouvement continuel ; & si l'on veut se donner le loisir de considerer, on concevra sans doute que s'il y en a quelqu'un où ce mouvement ne soit pas si sensible, on peut cependant prouver tres-évidemment qu'il y en doit avoir : car, par l'exemple du bois pourri & des corps salez qui ne sont lumineux que lorsque leurs parties commencent à s'échauffer & à se fermenter, c'est à dire, à s'agiter extraordinairement, on peut démontrer, ce me semble, assez clairement qu'il y a aussi du mouvement dans toutes les parties des autres corps qui ont comme ceux-là de la lumiere, quoyque, comme l'on a dit, ce mouvement de leurs parties ne soit pas sensible, non plus que dans les corps salez & dans le bois pourri ; & en effet si l'on veut bien y prendre garde, je mets en fait que l'on trouvera toûjours dans ces sortes de corps une cause évidente du mouvement de leurs parties les plus subtiles & les plus capables d'agitation, comme par exemple

dans la pierre de Boulogne, qui n'eſt jamais lumineuſe qu'aprés qu'on l'a frottée & échauffée & dans pluſieurs autres corps ſemblables.

Ce n'eſt pas aſſez de concevoir que l'action des corps lumineux eſt capable d'ébranler les parties des objets, & de faire impreſſion ſur les yeux, il faut entendre comment cette impreſſion eſt capable de nous les rendre perceptibles, c'eſt à dire d'y produire leurs images, par le moyen deſquelles nous puiſſions les diſtinguer les uns des autres, & c'eſt proprement icy où nous allons commencer d'entrer en matiere, & expliquer comment ſe fait la viſion.

20. *Que les objets doivent produire leurs images dans les yeux pour ſe rendre perceptibles.*

Quelques Philoſophes anciens & ſur tout quelques Medecins ont crû que la viſion ſe faiſoit par l'émiſſion des eſprits, qui ſortant par les yeux, alloient chercher les objets ; mais je ne vois pas comment ils pouvoient rendre cette opinion plauſible, s'ils n'ajoûtoient que ces meſſagers ſpirituels retournoient incontinent vers les yeux, pour leur rendre compte en leur maniere de ce qu'ils avoient rencontré dans leur cour-

21. *Qu'on ne conçoit pas que la viſion ſe puiſſe faire autrement que par la ſeule remiſſion des eſprits.*

22. *On le prouve.* se ; cas enfin il est necessaire que l'objet fasse impression dans l'organe pour en être apperceû ; l'ame ne peut pas animer ces esprits hors de soy, & quoyque l'objet fit impression sur eux, cette impression seroit inutile, puis qu'ils ne seroient point animez : outre qu'il ne seroit pas besoin pour envoyer ces esprits vers les objets, que l'œil fût composé d'une si grande multitude de parties si différentes qui ne peuvent avoir été ainsi disposées que pour dõner à ces espris, quand ils reviennent, la configuration qu'ils doivent avoir pour représenter les objets, & pour en pouvoir faire la peinture sur quelqu'une des parties de l'œil destinée à la recevoir.

23 *Ce qui peut avoir donné sujet à cette opinion.* Je crois que l'observation que l'on a faite de certains animaux qui voyent la nuit & d'autres semblables expériences des hommes mêmes, dont les yeux éclairent quelquefois suffisamment les objets pour en être veus quelque espace de temps, ont donné sujet à cette opinion : mais on doit concevoir que ces animaux qui ont coûtume de voir la nuit, ont les yeux fort délicats,

& qu'ils sont tellement disposez, que la moindre lumiere est capable d'en ébranler les parties suffisamment pour y faire impression, en sorte que le peu de lumiere qu'ils envoyent vers les objets, étant réfléchie & renvoyée aux yeux par les mêmes objets, y peint effectivement leurs images avec d'autant plus de force, que ces animaux ont les yeux délicats, & que la partie où se fait l'impression, est aisée à ébranler.

24 *Que ce n'est pas par la seule émission des esprits que certains animaux voyent la nuit.*

Il est donc necessaire, comme vous voyez, qu'il y ait quelque chose qui viennent des objets en apporter l'image jusques dans les yeux, & quoy qu'en effet les yeux de certains animaux envoyent des esprits lumineux vers les mêmes objets; cependant cela n'est pas suffisant pour les faire voir, il faut qu'ils reviennent en leur maniere, c'est à dire qu'il faut que leur action soit renvoyée par les obiets qu'ils éclairent, vers les yeux pour y faire une impression convenable & pour y en apporter l'image, comme l'ont dit la plûpart des Philosophes, & comme le disent à present tous ceux qui veulent parler raisonnablement sur cette matiere.

25 *Qu'il faut que ces esprits reviennent & soient renvoyez par les objets.*

26 *& qu'il faut necessairement admettre des espéces.*

27 *Diverſitez d'opiniõs touchãt ces eſpéces.*

Il eſt vray qu'ils ne parlent pas tous de la même maniere, & qu'il y a entre eux une grande diverſité de ſentimens touchant ces images qui viennent des obiets vers l'œil où ils ſe peignent & où ils font impreſſion ; mais enfin. tous conviennent qu'il faut qu'il y en ait, & qu'on ne peut pas expliquer la viſion ſans elles.

Je ne veux pas inſerer dans ce Traité des diſputes entiéres de Philoſophie ni examiner les diverſes opinions des Philoſophes touchant la nature, la diffuſion & la réception des eſpéces. Je traiteray icy toutes ces choſes en Géometre, & i'établiray tout ce que ie diray ſur des principes inconteſtables, par le moyen deſquels, ſans me mettre en peine de ce que l'on a dit, ie feray entendre clairement ce que l'on doit dire ; & ſi ie rapporte quelquefois quelques-unes des opinions des Philoſophes (comme ie tâcheray de les rapporter toutes) ce ne ſera qu'en paſſant & en peu de mots pour faire voir ceux qui ont mieux parlé ſur ces matieres & pour faire remarquer les erreurs des autres.

28 *Qu'on établira celle que l'on doit ſuivre ſur des principes inconteſtables.*

Comme je pretens vous faire voir

qu'en effet l'impreſſion que font les objets ſur l'organe de la veuë, ne ſe fait que par le moyen de leurs images : pour ne point embroüiller les matieres que j'ay à traiter, & pour n'eſtre point obligé à faire de diſgreſſion, il faut avant toutes choſes vous faire entendre que ces images ne pouuant eſtre formées que par les rayons de lumiere, elles doivent neceſſairement eſtre colorées, enſuitte nous entrerons tout de bon en matiere, & comme nous n'aurons plus à nous expliquer que ſur la maniere dont ces rayons ſont arrangés & diſpoſez par l'organe, pour faire la peinture de l'objet, nous le pourrons faire avec beaucoup plus d'ordre, & avec beaucoup plus de nétteté.

29. *Quel'eſpece de l'objets doit en avoir la figure & la couleur.*

C'eſt une des choſes dont on diſpute le plus en Philoſophie, ſçavoir ſi les images des objets peuvent eſtre colorées, ſuppoſé qu'elles ne ſe forment que par les rayons de lumiere, car il s'en ſuivroit delà néceſſairement l'une de ces deux choſes, ou que les rayons de lumiere porteroient avec eux la couleur des objets, comme

30. *Deux opinions touchant la maniere dont les images des objets peuvent eſtre colorées.*

l'ont dit, quelques uns, qui ont crû qu'en effet ils s'en chargeoient, à peu prés comme l'abeille se charge des plus subtiles parties des herbes odoriférantes, & des fleurs ; ou que les couleurs ne seroient point distinguées de la lumiere comme les autres l'ont pensé ; ces deux opinions ont eu chacune leurs partisans ; Mais, comme il arrive souvent que les meilleures viandes paroissent d'un tres-mauvais goût quand elles sont mal apprêtées : ainsi la derniere de ces opinions, qui est la veritable, pour n'avoir pas d'abord esté fort bien deffenduë faute de connoissance & d'experience, n'a pas trouvé un grand nombre d'approbateurs.

Les matieres de la Physique demandent une grande application, beaucoup de discernement, & des expériences reïterées que l'on examine avec soin, & comme on n'en peut pas toûjours avoir & que l'on n'a pas même toûjours toutes les lumieres qu'il faudroit afin de s'en servir avantageusement pour faire du progrez dans les sciences ; on est souvent obli-

gé de se contenter des idées generales des choses, & on ne peut s'en exprimer ensuite que par des termes generaux, qui ne laissent pas d'avoir un bon sens, pourveu qu'on évite les subtilitez, & les inventions d'esprit, qui d'ordinaire sont souvent chimeriques, comme le sont quelques-unes de celles que l'on voit dans quelque Philosophie, qui affectent icy de s'énoncer d'une maniere qui semble gâter tout ce qu'il y a de bon dans leur opinion, qui pourroit d'ailleurs estre fort plausiblement expliquée. Voicy ce que quelques uns d'entre eux ont dit ; que les objets ne pouvant pas entrer dans nos yeux pour s'y rendre sensibles, avoient receu de la nature la vertu d'engendrer avec le secours de la lumiere certains petits estres fort minces * qui estoient leurs images, & qu'ils ont appellez *espéces intentionnelles* : que ces objets avoient une fécondité merveilleuse, pour les produire sans s'épuiser jamais, & sans souffrir une sensible diminution de leur substance, parce que ces estres ne sont proprement point des substances ; & que de peur qu'ils

31. *Troisième opinion des nouveaux Peripateticiens que l'on appelle communément Thomistes.*

* *Diminuta entia.*

32. *Comment ils expliquent la production des espéces.*

ne periſſent incontinent aprés leur production, la nature avoit pourveu à ce qu'ils ne fuſſent jamais abandonnez de l'un de leurs progéniteurs: mais qu'ils fuſſent receus comme entre les bras de la lumiere pour eſtre ſoûtenus, & portez juſques dans les yeux pour leſquels ils eſtoient uniquement deſtinez.

Cette opinion, comme l'on a dit, peut avoir un bon ſens, en ne prenant que ce qu'il y a de ſolide, ſans s'arreſter à la maniere dont quelques uns ont affecté d'y expliquer la nature, & la production des eſpéces; car comme on ne peut pas nier qu'il n'y en ait, & qu'il ne faille avoir que le ſens commun pour en eſtre perſuadé; ils ne peuvent pas auſſi ni concevoir eux-même, ni faire entendre en bonne Philoſophie ce que c'eſt que ces eſpeces, lors qu'ils diſent que ce ſont des eſtres minces & délicats, qui ne ſont, ſelon eux, ni la ſubſtance même qui les ſoûtient, ni les accidens ou les modifications de cette même ſubſtance.

32. *Comment ils en expliquent la couleur.* Au reſte dans cette opinion il n'y a pas de difficulté pour ce qui regar-

de la couleur des objets ; car ils veulent que chaque objet ait sa couleur propre independamment de la lumiere, & qu'ainsi tous produisent des espéces, qui ayent, comme ils disent, *intentionnellement*, & leurs couleurs & leurs figures, c'est-à-dire qui ayent la vertu de rendre l'un & l'autre perceptibles sans expliquer en quoy cette vertu consiste, & comment il se peut faire qu'elles l'ayent sans avoir ny de veritables couleurs ny de veritables figures, mais seulement comme ils disent, *une figure & une couleur intentionnelle*, au sens que l'on vient de dire.

342. Qu'il est probable que les rayons de lumiere se chargent de la couleur des objets.

Dans l'autre opinion il paroist y avoir de la probabilité ; car estant vraye d'ailleurs en ce qu'elle pretend que les rayons de la lumiere peuvent estre rangez de telle maniere dans l'organe ou ils aboutissent, qu'ils peuvent y marquer : son image & sa figure il semble outre cela que l'expérience favorise leur raisonnement, puisqu'il est constant que la teinture des corps ne leur venant que de certaines parties plus minces qui s'insinüent dans

leurs pores, & qui les font paroiſtre de la couleur qu'ils ont eux-mêmes; les rayons de la lumiere ont en effet la force d'emporter avec eux ces petites parties & de les détacher des corps à qui elles s'eſtoient étroittement attachées. Nous voyons tous les jours des exhalaiſons, & des vapeurs qui s'éſlévent juſques à la moyenne region : c'eſt-à-dire juſqu'au lieu ou la réflection des rayons de la lumiere les peut porter, & iuſqu'où ils ont encore de la force pour les élever; nous remarquons encore que les parties du ſel, quoyque fort terreſtres & groſſieres, ſont enlevées par les meſmes rayons de la lumiere du moins deux pouces au deſſus de la ſurface où on le fait diſſoudre; & ce qui eſt de plus convaincant; c'eſt que l'expérience montre qu'en effet les étoffes ſe déteignent au grand iour & que le Soleil en ternit l'éclat, & en décharge incontinent la couleur. Il ny a que le blanc qu'il n'endommage point parce que les corps de cette couleur (comme l'on a dit au traité de l'Ondulation) ne donnent point d'entrée à ſes

35. *Et que l'expérience ſemble favoriſer cette opinion.*

rayons, & ne leur permettent point de faire aucun seiour dans leurs pores. Outre tout cela nous voyons encore que le rayon du Soleil passant à travers de certains corps colorez & diaphanez, en emporte avec soy la teinture, & que ceux qui passent a travers d'un verre plein de vin, rougissent effectivement la nappe & la teignent de la couleur du même vin.

Toutes ces expériences, & plusieurs autres semblables, comme nous avons dit, rendent cette opinion probable, & l'on ne peut nier que les rayons de la lumiere, de quelque maniere que cela se fasse, ne portent avec eux la couleur des corps. Mais il y a une grande discussion a faire, pour sçavoir comment cela se fait, & nous avons encore besoin d'autres expériences avant de rien conclure sur ce point.

36. *Sarefutation.*

A la verité si nous n'avions iamais veu que les rayons prissent la teinture des obiets, que lors qu'ils passent par des corps colorez, ou qu'ils sont réfléchis & renvoyez par des corps colorez, nous aurions suiet de croire,

qu'ils ont effectivement la force de détacher quelqu'unes des parties qui donnent la couleur aux obiets & de les emporter avec eux du moins iusqu'a quelque distance où il nous les rendent perceptibles. Mais il arrive souvent qu'ils se teignent diversement, ou qu'ils paroissent du moins diversement teints, quoy qu'ils ne passent ou qu'ils ne soient réfléchis que par des corps qui n'ont aucune couleur en eux mêmes ; par exemple en passant par un verre triangulaire en forme de prisme, ils prennent les couleurs de l'Iris, & quoyqu'il en soit du second Iris qu'on dit ne se former dans les nuës que par la réfléxion des couleurs du premier, il est constant que par le moyen d'un miroir conique de cryſtal ou de fonte bien poli on peut detourner les rayons du Soleil, en sorte qu'ils aillent peindre les couleurs de l'Iris sur un corps blanc qu'on leur oppose. Cependant le miroir conique, & le prisme de verre, n'ont aucune couleur non plus que les goutes de pluyes & de rosée où se forme l'Iris: ce ne sont donc pas toûiours les parties

27. *Premiere raison convainçante contre cette opinion.*

ties les plus minces des corps colorez qui donnent la teinture aux rayons de lumiere, & aprés ce que l'on vient de dire, l'on peut commencer à douter que ce soit pour cette raison que les images des objets, qu'ils nous apportent, & qu'ils peignent dans nos yeux, y sont peints avec les mesmes couleurs des objets ; Car enfin cela se peut faire autrement : peut estre que les objets n'ont effectivement point ces couleurs réelles que nous leur attribuons, & peut-estre ne font-ils que rompre, disperser, détourner & affoiblir les rayons, à peu prés comme font les goutes de pluye par ou ils passent, & que cela suffit pour nous les faire paroistre colorez, comme cela suffit pour nous faire voir les couleurs de l'Iris dans les goutes de pluye, comme on le monstre dans le traité de l'ondulation, que l'on a cité.

38. *Elle sert à établir la seconde opinion que les couleurs ne sont point distinguées de la lumiere.*

Mais pourquoy cela ne suffiroit il point ? Il est assuré que les objets sont disposez de telle maniere qu'ils peuvent détourner, rompre, disperser & affoiblir diversement les rayons de

39. *Mais que les objets ont seulement la force de modifier diversement les rayons de lumiere.*

la lumiere, car ils sont composez de parties differentes, qui sont diversement arrengées, ils ont plus ou moins de pores, leurs parties sont plus ou moins transparentes; en un mot ils ont tout ce qu'il faut pour faire à l'égard des rayons de lumiere tout ce que font les diverses goutes d'eau par ou ils passent. Pourquoy donc ne dirons nous point que comme il suffit que les rayons en passant par ces goutes soient modifiez de quelqu'une des manieres que nous avons dit, pour estre colorez ou plûtost pour nous les faire paroistre colorez, ainsi c'est assez que les objets pour nous paroistre avoir les mesmes couleurs que nous y remarquons, ou quelqu'autre que ce soit, les modifient de la même, ou d'une differente maniere.

40. *On establit cette opinion.*

Il ne paroit pas qu'il y ait icy de raison dont on puisse dire qu'elle prouve pour l'une de ces choses, & qu'elle ne prouve point pour l'autre, puisque de l'un & de l'autre costé tout paroist parfaitement égal : au contraire il semble que cette façon

d'expliquer la maniere dont les objets nous paroiſſent coloréz eſtant la plus ſimple & la plus univerſelle, elle doit paſſer en cette matiere pour une vraye demonſtration ; & il ne faut point dire que les couleurs dont on raiſonne icy, ſont de differente nature, & que les unes ſont permanentes, comme parlent les Philoſophes, & les autres paſſageres & apparentes ; Car enfin il ſeroit vray de dire que celles, qu'ils appellent paſſageres ou apparentes comme ils veulent que ſoient celles de l'iris & celles qui paroiſſent ſur le col de certains oiſeaux, ſeroient effectivement permanentes auſſi bien que les autres, ſi les choſes differentes, où ces couleurs paroiſſent, demeuroient toûjours dans la même ſituation à l'égard des yeux & qu'elles renvoyaſſent toûjours les rayons du Soleil de la meſme maniere. Elles ne ſont donc pas en effet d'une nature differente des couleurs permanentes, & quoyque je n'improuve pas qu'on les appelle differemment pour en marquer la diſtinction, ſi eſt-ce toutefois qu'il ne

41. *Refutation des raiſons contraires.*

42. *Que les couleurs permanentes & apparentes ne ſont point de differente nature.*

faut nullement pretendre qu'on se doive servir de ces mots comme pour en marquer la differente nature. Les couleurs de l'iris ne cessent de paroître dans les gouttes de la pluye, que parce qu'elles cessent d'estre dans la situation qu'il faut pour envoyer vers les yeux les rayõs de la lumiere, cõme elles faisoient auparavant, & celles qui sont sur le col des oiseaux ne changent, que parceque ces oiseaux en tournant le col, tournent vers les yeux d'autres parties du tissu de leurs plumes qui renvoyent diversement les Rayons de la lumiere. La même chose nous paroist dans les estoffes de laine ou de soye qui sont tissues de fil de differentes couleurs; car ces estoffes, differemment exposées à nos yeux, nous font voir tantost le fil rouge seul, & elles nous paroissent rouges, & tantost le jaune aussi seul, & elles nous paroissent jaunes: cependant on ne dit pas que ces sorte d'estoffes n'ont point de veritable couleur, comme on ne dit pas des fils dont elles sont tissues, qu'ils ont seulement des couleurs passageres &

43. *On le prouve par des raisons.*

44. *Que l'on appuye de l'Experience.*

apparentes dans le sens que l'entendent les Philosophes. Il est donc faux de dire qu'appuyant le raisonnement, que l'on fait icy des couleurs des autres corps, ou elles sont permanentes, sur l'experience que l'on a des couleurs, qui paroissent dans les corps, qui passent pour n'en point avoir, on se trompe en supposant que les unes & les autres sont de même nature : car il est evident par ce que l'on a dit qu'elles ne sont pas en effet d'une nature differente ; aprés quoy il faut conclure en faveur de la seconde opinion de celles qui ont esté proposées, que l'on a eu raison de dire qu'elle est la veritable, & que les couleurs ne sont effectivement rien autre chose que la lumiere diversement receuë, & diversement renvoyée par les objets suivant la nature differente & la differente situation de leurs parties.

On a examiné tout cela plus en particulier dans le traité de l'ondulation ; & tant sur ces principes que sur d'autres raisonnemens tirez de la nature de ce mouvement, on à fait voir, qu'il n'y a en general que deux

choſes à conſiderer dans la maniere dont les rayons de lumiere ſont renvoyez par les objets, pour expliquer toutes les differences des couleurs; car les objets ne ſont capables que d'en diminuer ou la force ou la multitude, la force en faiſant que les ondulations qu'ils produiſent dans le milieu en le preſſant contre les yeux ſoient moins fortes & moins frequentes & parceque leurs parties ſont trop molles & trop lâches pour les bien reflechir; la multitude, en ne les renvoyant pas en auſſi grand nombre qu'ils leur viennent des corps lumineux, parceque leurs parties ſont mal jointes ou taillées à diverſes faces qui diſperſent les rayons & les détournent de tous coſtez ſans aucun ordre. On a monſtré que la diverſité des couleurs, quand à l'eſpece venoit de la multitude ou du petit nombre de rayons que les objets renvoyent vers les yeux à raiſon de l'ombre qui s'y trouve plus ou moins mêlée, & que la difference des nuances dans la même eſpece de couleur venoit des ondulations plus ou moins

44. *Les principes qui ſervent à expliquer la diverſité des couleurs dans cette opinion.*

45. *Comment on en explique les nuances.*

fortes ; & l'on a fait remarquer par l'analogie qu'il y a en cela entre les sens & les couleurs, (c'est une pensée d'Aristote au Ch. III. *de sensu & sensibili*) que comme l'on peût rendre la raison pour laquelle il y a des accors qui déplaisent, & d'autres qui sont fort agreables ; ainsi on pourroit fort bien dire & apporter la raison pourquoy il y a certaines couleurs dont l'assemblage plaist & d'autres dont l'union n'est communément point du tout agreable.

46. *Comment on peut montrer quelles sont les couleurs, qui assortissent mieux les unes avec les autres.*

Il faut donc avoir recours à ce traité pour avoir la satisfactiõ de voir toutes ces choses plus amplemẽt expliquées, & pour cũcevoir commẽt on explique admirablement par le moyen du mouvement d'ondulation, une chose qui ne se peût ny entendre ny expliquer dans pas unes des opinions que nous avons rejettées & particulierement dans la premiere ; car pour l'autre elle n'explique rien en particulier. On dit suivant cette opinion que les rayons de lumiere emportent avec eux la couleur des objets, & qu'en estant comme empreints, pour ainsi dire,

47. *Absurdité de la premiere opinion que l'on a rejettée.*

ils la portent jusques dans les yeux, mais on n'y explique pas & on n'y sçauroit expliquer comment il se peut faire que ces rayõs se trouvãt meslez, & comme confondus ensemble dans tout le milieu & particulierement à l'étrée de la prunelle, & estãt imbus de diverses couleurs, toutes ces couleurs dont ils sont imbus ne se mêlent point pour faire une seule couleur de toutes, & comment ils ne rendent point la vision parfaitement confuse, cela, dis-je, qui ne s'explique point dans les autres opinions se conçoit admirablement bien par le moyen des principes que l'on a establis dans ce traité que l'on a cité ; car outre que l'on y fait voir que la diverfité specifique des couleurs ne vient que de la multitude ou du petit nombre des rayons que l'objet envoye, on y montre que le mouvement d'ondulation que l'objet excite dans le milieu, sert à la direction des mêmes rayons ; & que le propre de ce mouvement estant que les ondulations ne se nuisent aucunement les unes aux autres, aussi les rayons quoyque

48. *Qu'elle ne se trouve point dans celle que l'on vient d'établir.*

mêslez & confondus ensemble, gardent toûjours la même direction sans que les uns nuisent aucunement aux autres.

Il me semble que voila tout ce qu'on pouvoit dire icy pour expliquer comment les especes nous peuvent representer la couleur des objets, & que cette maniere de l'expliquer ne peut estre plus simple ny mieux establie, nous n'avons donc plus à parler que de la maniere dont elles nous en representent la figure, & comme nous avons separé cette question d'avec l'autre, nous le pourrons faire à present, comme nous l'avons dit, avec beaucoup plus de netteté & de methode.

49. *De la seconde qualité des especes, qui est de pouvoir representer les figures de l'objet.*

Nous avons supposé tout d'abord au §. 29. que ces images, que nous n'avons point distinguées de la lumiere en tant qu'elles nous representent les couleurs des corps qui nous les envoyent, ne sont aussi rien autre chose que le divers arrengemens des rayons de la même lumiere en tant qu'elles nous en representent les diverses figures; car nous les considerons en

elles mêmes & hors de nous en tant qu'elles sont capables de faire impression sur nous, & nous avons supposé qu'elles ne se formoient que parce qu'il y a dans nos yeux une partie, qui sçait arrenger les rayons de la lumiere, en sorte qu'ils prennent la figure de l'objet & qu'ils la puissent graver dans nos yeux mêmes ; Cest le sentiment de tous ceux qui ont toutes les cõnoissances qu'il faut pour raisonner sur ces matieres, & en verité si l'on peût l'establir il paroist qu'il n'en faut point embrasser une autre; puisqu'il n'y en a point qui soit plus naturelle & plus simple ; car on ne se sert que des seuls rayons de la lumiere; on n'introduit aucũ estre nouveau dãs la nature, mais en se servant de ceux que l'on y trouve, on montre qu'ils sont capables de representer & de former l'image de l'objet, il ne faut donc que montrer commẽt cela se peut faire : C'est a dire qu'il ne faut qu'expliquer comment il se peut faire que les rayons de la lumiere soient arrengez comme nous l'avons dit ; car supposé qu'on le puisse expliquer sans embarras &

50. *Comment cela se peut faire.*

51. *Que cela se doit faire par l'arrangement des rayons de lumiere.*

ſans rien avancer qu'on ne prouve tres ſolidement. Il n'y a point de difficulté qu'on ne doive conclure que ce ſentiment eſt le veritable & que cette opinion eſt appuyée ſur la demonſtration.

Au reſte vous voyez qu'il faut icy eſtre Geometre, car on y parle d'arrengement de rayons, pour repreſenter des figures differentes. On dit qu'il y a des parties dans les yeux qui ont la proprieté de les arrenger diverſement, & comme on le fera voir, cette proprieté leur vient particulierement de leur figure, qui fait que ces rayons s'enclinent plus ou moins les uns vers les autres aprés les avoir penetrées & aprés en eſtre ſortis: voila des matieres de Geometre & on ne peut examiner tout cela, ny faire aucuns raiſonnemens ſur ces ſortes de choſes ſans en ſuppoſer les principes. Mais il faut commencer par ce qu'il y a icy de phyſique, & & examiner tout ce qui peut arriver aux rayons de lumiere aprés qu'ils ſont ſortis ou émanez du corps lumineux qui les produit, juſqu'à ce

52. *Ordre que l'on doit garder pour le prouver efficacement.*

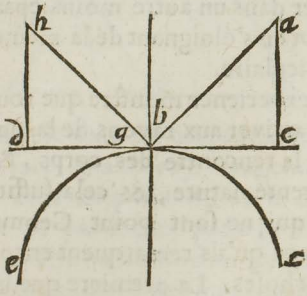
qu'ils entrent dans les yeux ; enſuite nous examinerons les parties de l'œil pour voir de quelle nature elles ſont, & quel effet elles doivent avoir à l'égard de ces mêmes rayons, & s'il y en a effectivement quelqu'une qui ſoit capable de les arrenger, comme nous avons dit, car il me ſemble qu'il faut proceder de cette maniere pour traiter cette matiere avec ordre.

53. *Les principes qu'il faut ſuppoſer pour cela.*

On a monſtré au traité de l'ondulation que Ariſtote, S. Thomas & les autres Philoſophes Anciens qui ont mieux examiné les choſes phyſiques, ont ſuppoſé que la lumiere ne pouvoit eſtre produite dans les corps qui ſont capables de la recevoir ou d'en eſtre le ſujet, que les parties de ces corps ni fuſſent auparavant diſpoſées par le mouvement d'ondulation ; & l'on a fait voir enſuitte qu'eu égard à la nature de ce mouvement, il eſt neceſſaire que l'action des corps lumineux par laquelle ils produiſent la lumiere, c'eſt a dire que leurs rayons aillent toûjours en ligne droite, qu'ils ſe reflechiſſent quand ils rencontrent un corps opaque, & in-

capable d'ondulation, & comme l'on a déja dit cy-dessus, qu'ils se rompent aussi, quand ils trouvent un corps plus ou moins transparent, plus ou moins capable d'ondulation que celuy par lequel ils ont auparavant passez; on y a aussi rendu raison de plusieurs experiences qui regardent des reflexions & ces refractions, qu'il faut icy soigneusement remarquer, & qui sont, premierement, que l'angle d'incidence des rayons est toûjours égal à l'angle de reflexion. C'est à dire que l'angle *a b c* que fait le rayon *a b* qui tombe sur le corps opaque *d b c*, avec la surface de ce corps si

14. *L'Angle d'incidence est toûjours égal à celuy de reflexion.*



elle est plane, ou avec la tangente de cette surface si elle est circulaire, com-

me *e b f* dont *d b c* est la tengente, est égal à l'angle d g h que fait ce même rayon reflechy parce corps, avec la même surface ou avec sa tangente.

55. *Le rayon perpendiculaire ne souffre point de refraction.*

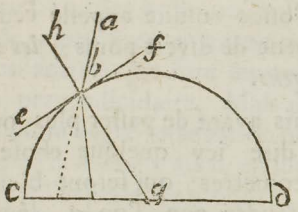
Secondement que le rayon perpendiculaire à la surface des corps de quelque nature qu'ils soient, ne souffre point de refraction. Enfin que le rayon qui tombe obliquement sur la surface d'un corps transparent, plus épais que celuy par lequel il a passé auparavant se brise au moment qu'il y entre & qu'il s'approche de la perpendiculaire, & qu'au contraire en sortant d'un corps plus épais pour entrer dans un autre moins épais il se rompt en s'éloignant de la même perpendiculaire.

56. *L'Oblique est diversement rompu sur la surface des corps de différente nature.*

L'experience monstre que tout cela peut arriver aux rayons de la lumiere, selon la rencontre des corps, & leur differente nature, & cela suffit pour ceux qui ne sont point Geometres, pourveu qu'ils remarquent encore icy deux choses. La premiere que la perpendiculaire à la surface des corps spheriques ou qui aprochent de la fi-

gure ſpherique, comme ſont l'Ellipſe, la parabole & l'hyperbole, eſt la ligne qui eſt tirée de leur centre, ou de leur foyer, juſqu'à ladite ſurface, & que les rayons qui tombent deſſus ſe rompent en la traverſant de la même maniere que s'il entroient dans un corps terminé d'une ſurface plane à laquelle la ligne tirée du centre ou du foyer fuſt perpendiculaire. Par exemple le rayon *a b*, ſe rompt en entrant dans le corps *c b d* comme

57. *Qu'elle eſt la perpendiculaire des corps ſpheriques.*



s'il entroit dans un corps terminé de la ſurface plane *e b f* tangente du corps *c b d* au point *b*, ou le rayon tombe & par lequel paſſe *g b h* perpendiculaire à la ſurface circulaire de ce corps, tirée de ſon centre.

La ſeconde choſe qu'il faut remarquer, c'eſt que deux rayons, qui vien-

58. *Deux sortes de rayons qui servent à la vision & qu'il faut distinguer.*

nent d'un même point, peuvent estre si prez l'un de l'autre, qu'ils peuvent estre sensiblement paralleles. On montrera même plus bas qu'ils sont tellement disposez par les premieres parties de l'œil par où ils passent avãt de tomber sur le Crystalin, qu'il sont en effet quasi toûjours paralleles entre eux quand ils y tombent; & c'est pour cela qu'on a mieux aymé appeller ces sortes de rayons, qui viennent d'un même point, *les rayons paralleles*, pour avoir plutost fait, & que l'on a ensuite appellé ceux qui viennent de divers poins, *les rayons divergens.*

59. *Proportion des angles de refraction nouvellement demonstrée.*

Mais avant de passer plus outre il faut dire icy quelque chose pour les Geometres, qui seront bien aises d'apprendre que l'on a démontré tres-clairement dans le traité de l'ondulation par des principes tres naturels & sans rien supposer qui soit contre l'experience, comme monsieur Descartes, que dans la refraction, les sinus des angles que font les rayons avec la perpendiculaire sont perpetuellemẽt en même raison. Alhazen &

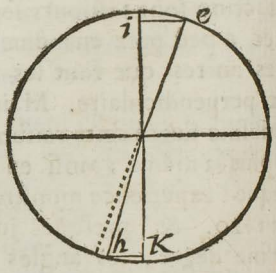
Vitellio qui ont examiné la quãtité des angles de refractiõ pour chaque degré du cercle d'où peut tomber un rayon, n'avoient pas cette connoissance & ils ont esté obligez de recourir à la mechanique pour la composition de leurs tables ; mais cette nouvelle découverte, a fait voir qu'ils se sont trompez aprés le vingtiesme degré. Jusque la leur calcul est assez juste ; parceque jusqu'au vingtiesme & même presque jusqu'au trentiesme degré, les angles de refraction sont toûjours sensiblement & a peû prez en même raison avec les autres que font les rayons avec la perpendiculaire. Mais passé le trentiesme degré cette raison ne demeure plus la même ; ainsi en supposant ce que l'experience monstre, que jusqu'au 20. & presque jusqu'au trentiesme degré, les angles de refraction de l'air dans l'eau, sont aux autres angles comme 7. à 9. C'est a dire qu'ils sont plus petits qu'eux d'un peu moins d'un tiers ; Aprés le trentiesme degré cette proportion, n'est plus la même, & elle change dans tout le reste du cercle assez no-

60. *Erreur d'Alhazen & de Vitellio.*

61. *Utilité de l'invention precedente pour le calcul des Angles de refraction.*

tablement. Il a donc esté fort avantageux de trouver une reigle universelle pour la mesure de ces angles, & de monstrer que leurs sinus sont toûjours en même raison; car cela supposé il n'y a plus de difficulté pour le calcul de ces mesmes angles: il ne faut qu'en connoistre deux & la raison de leur sinus pour connoistre ensuitte tous les autres. Par exemple ayant le sinus *i e* d'un angle d'incli-

62. *Methode pour les calculer.*



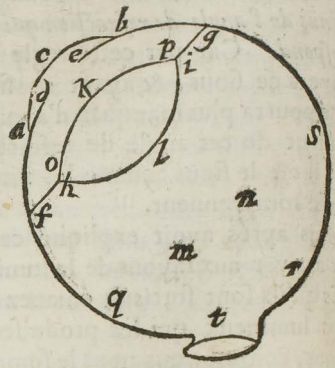
nation de 9. degrés, & celuy de l'angle de refraction qui luy correspond & qui est icy h K. Il n'y a qu'a pratiquer cette reigle, *comme le sinus de 9. degrés au sinus de l'angle de refraction h K qui est de 7: ainsi par exemple le si-*

nus d'un angle d'inclination de 50 degrés, au sinus de l'angle de refraction qui luy correspond. Car par cette regle on trouvera ce sinus, & ayant ce sinus on ne pourra plus manquer d'avoir la grandeur de cet angle de refraction dont il est le sinus comme les intelligens le comprennent.

Mais aprés avoir expliqué cequi peut arriver aux rayons de la lumiere aprés qu'ils sont sortis & émanez des corps lumineux qui les produisent ; voyons, comme nous nous le sommes proposez, s'il y a quelque partie dans l'œil qui ait sur eux l'effet, que nous avons dit, de les rassembler en sorte qu'ils puissent y graver l'image de l'objet qui les y envoye.

63. *Dénombrement des principales parties de l'œil.*

Premierement il est seur qu'il y a dans le milieu de l'œil & au dessous de la cornée *a b c*, un petit trou qu'on appelle la prunelle, parceque la membrane, ou il est qu'on nomme l'euvée qui est icy marquée *a d*, *e b*, se fermant a peu prés comme une bourse, elle ne se ferme jamais tout a fait. Secondement, il y a aussi au dessous de l'euvée un autre membrane marquée,



f. h. i. g. qui ſouſtient au milieu de la concavité de l'œil une certaine humeur tranſparente comme du criſtal, qui eſt terminée de deux ſurfaces circulaires, *h K i* & *h l i*, que l on appelle l'humeur Criſtalline, parcequ'outre qu'elle eſt tranſparente elle à auſſi plus de conſiſtance que les autres humeurs qui rempliſſent les deux eſpaces vuides, qui ſont dans l'œil des deux coſtez de l'humeur criſtalline, & dont l'une qui eſt dans l'eſpace *m. n.* s'appelle l'humeur vitrée, & l'autre qui eſt dans l'eſpace *o. p.* l'humeur

aquée. Troisiesmement le fond de l'œil, *q. r. s.* est tapissé d'une membrane Blanchâtre nommée la retine qui est fort delicate, & toute propre à recevoir l'impression des images des objets & à en avoir le sentiment, parcequ'elle n'est proprement qu'un tissu fort delicat & fort mince des fibres du nerf optique marqué *t.*

Je ne m'estens point a d écrire les autres parties de l'œil, nous les marquerons à mesure que nous en aurons besoin. Celles que nous avons marquées & les observations que nous avons faites un peu auparavant de tout ce qui peut arriver aux rayons de lumiere, nous peuvent suffir à present pour expliquer ceque nous avons entrepris, & pour vous faire entendre comment les rayons de lumiere sont disposez à prendre & à marquer dans les yeux les images des objets qui les y envoyent.

64. *Arrangement des rayons dans l'œil.*

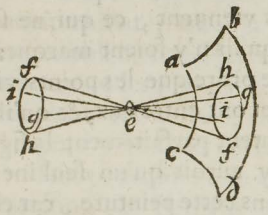
On peut dire en general que tout ce qui est necessaire pour cet effet, c'est que les rayons soient tellement disposez qu'ils marquent dans les yeux autant de points differens qu'il

y a de differens points visibles dans l'objet, & qu'ils les y marquent dans le même ordre & avec les mêmes couleurs. Pour ce qui est des couleurs, c'est une chose faite ; nous avons monstré qu'ils les y doivent marquer. Expliquons comment ils y marquent autant de points visibles & dans le même ordre.

65. *Comment la prunelle peut contribuer à les ranger de la maniere qu'il faut.*

S il n'y avoit dans l'œil que la seule retine, & le trou de la prunelle ; il est constant que pourveu que le trou fust fort petit, ensorte qu'il ne laissast passer qu'un petit rayon fort delié de chaque point visible de l'objet, châcũ de ces points si pouroit marquer par le moyen de ce rayon, & qu'outre que tous ces points se rendroient sensibles en faisant impression sur la rétine, ils s'y trouveroient encore arrangez de la même maniere qu'ils le seroient dans l'objet, & par consequent qu'ils y composeroient une peinture ou une image qui luy seroit toute semblable : cela vous paroistra evident si vous voulez seulement jetter les yeux sur la figure que l'on a mise icy pour vous ayder à le conce-

voir. Car supposant que le fond de l'œil soit *a b c d*, & le trou de la prunelle *e* audela duquel il y ait un objet *f g h i* ; il est clair que les rayons de tous les points visibles qui sont dans



cet objet entrant par le trou de la prunelle *e*, seront obligez de s'écarter les uns des autres de la même maniere qu'ils le sont avant que d'y entrer, ce qui suffit pour faire que celuy qui vient par exemple du point *h*. aille marquer au fond de l'œil ce même point, non seulement dans un lieu different de ceux ou les rayons qui viennent des autres points les marquent, mais encore pour faire qu'il se trouve directement opposé à celuy dont il est l'image, parceque le rayon qui le porte est droit. On en peut

dire de même de tous les autres rayons ; & par conſequent tous les points viſibles de l'objet ſe trouvent marqués au fond de l'œil en des lieux differens, & dans leſquels ils correſpondent tous aux points viſibles d'où ils viennent, ce qui ne ſe peut faire, qu'ils n'y ſoient marquez dans le même ordre que les points viſibles de l'objet ont entre eux, & qu'ils n'en repreſentent parfaitement la figure.

Il n'y auroit qu'un ſeul inconvenient dans cette peinture, car chaque point viſible ne s'y trouveroit marqué que par un ſeul rayon, & ce rayon ſeul ne ſeroit pas capable de faire une impreſſion bien forte ſur l'organe, comme l'experience le montre ; car une des principales raiſons pourquoy l'impreſſion que les objets éloignez font ſur nos yeux, n'eſt pas ſi forte que lors qu'ils ſont plus prés : c'eſt que lors qu'ils ſont plus prés, il entre dans les yeux plus de rayons de chacũ de leurs poins viſibles, que lors qu'ils ſont plus éloignez, comme il eſt aiſé de le concevoir, les mêmes rayons eſtants moins écartez à deux

pieds

pieds d'un point visible de l'objet, & pouvant entrer dans un petit espace en plus grand nombre qu'ils ne peuvent y entrer, quand ils sont plus écartez & à cent pieds de ce point visible, il a donc fallu pour obvier à cet inconvenient, que la prunelle fût raisonnablement ouverte, & que ce trou par ou les rayons de lumiere entrent dans les yeux, fust assez grand, pour y en faire entrer autant qu'il en faut pour faire une assez forte impression sur l'organe; mais a même temps il a esté necessaire qu'il se rencontrast dans les yeux une autre partie qui pût rassembler ces rayons en un seul point, car comme les rayons s'écartent toujours l'un de l'autre de plus en plus à mesure qu'ils s'éloignent de l'objet; il est clair que la prunelle estant plus ouverte, & capable d'en recevoir plusieurs venus d'un même point visible, ils n'auroient plus marqué dans le fond des yeux un seul point, semblable à celuy d'où ils seroient venus; mais qu'ils y auroient occupé un espace considerable, & que la vision en se-

66. *Qu'elle ne suffit pas toute seule à le bien faire.*

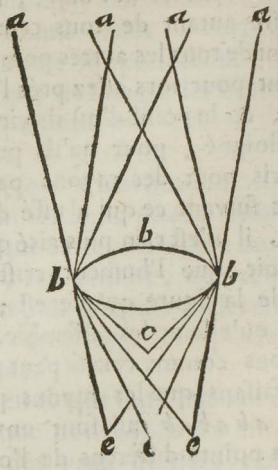
roit devenuë extremement confuse. Pour donner donc à l'organe de la veuë toute sa perfection, & pour faire que les images des objets y fussent parfaitement gravées par le moyen de plusieurs rayons rassemblez, qui y marquassent avec force chacun de leurs points visibles ; il a fallu que cette partie, que nous avons dit s'y rencontrast, qui reunist les rayons, & qui pour parler en termes de l'art de divergens les pût faire convergens.

67. *Qu'il est necessaire pour cela d'une autre partie dans les yeux.*

C'est ce que fait l'humeur cristalline, que nous avons dit estre au dedans des yeux derriere la prunelle, & nous n'aurons pas de peine à le concevoir si nous voulons reprendre les principes que nous avons cy-devant establys : car enfin nous éprouvons que nous ne pouvons voir distinctement un objet qu'il ne soit a une certaine distance de nos yeux ; or est-il que quand l'objet est à cette distance, l'ouverture de la prunelle n'estant pas fort grande, & se resserrant même à mesure que l'objet approche, les rayons qui viennent d'un

des points visibles de l'objet, (il en faut dire autant de tous ceux qui viennent de tous les autres points) se trouvent pour lors assez prés l'un de l'autre, & le point d'où ils viennent assez eloigné, pour qu'ils puissent estre pris pour des rayons paralleles ; & suivant ce qui a esté dit cy-dessus, il n'est rien plus aisé que de faire voir que l'humeur cristalline estant de la figure qu'elle est ; elle ne peut qu'elle ne les rassemble. 68. *que cette partie est l'humeur Cristalline.*

Voyons comme cela se peut prouver & faisans que les rayons paralleles, *ababab* qui sont envoyés de trois points differens de l'objet, tombent sur la surface exterieure de cet humeur *bbb*, tirans du centre *c* de cette surface les perpendiculaires *cbcb*, il est seur que ces rayons qui viennent de l'air, & d'un milieu moins épais, que n'est l'humeur cristalline, se rompent sur la surface & qu'ils s'aprocheront, comme l'on a dit, des perpendiculaires donc ils doivent se joindre au dela de cette humeur aux points *eee*, ou en d'autres plus prés ou plus eloignez, selon 69. *On le prouve tres evidëment.*



qu'ils doivent s'approcher plus ou moins des perpendiculaires ; car nous n'examinons pas à presént la quantité des angles qu'ils doivent faire avec elles, nous voulons simplement prouver que l'humeur crystalline estant de la figure qu'elle est, & plus épaisse que l'air, & que l'humeur aquée par ou passent d'abord les rayons, elle doit necessairement les rassembler en quelque lieu, & qu'elle

a en effet cette proprieté, comme vous voyez qu'on peut le démontrer, en ſuppoſant les ſeul principes que l'on a poſez pour établir les regles de refraction, ſelon leſquelles ſi vous voulez examiner encor en particulier tout ce qui regarde cette proprieté, vous connoiſtrés clairement que tout ce qu il y a de parties dans l'œil y contribuë : car premierement la cornée qui eſt courbe & plus épaiſſe que l'air, fait que la plus part des rayons qui viennent d'un même point de l'objet, & qui doivent entrer dans la prunelle, deviennent quaſi comme paralleles dez avant que d'y entrer, & c'eſt pour cela qu'on ne ſe trompe point en les conſiderant comme s'ils eſtoient veritablement paralleles ; l'humeur aquée qu'ils traverſent enſuite, eſtant beaucoup moins épaiſſe que l'humeur criſtalline, fait qu'en y entrant, ils ſe rompent en approchant comme l'on a dit des perpendiculaires. Enfin l'humeur vitrée qui eſt auſſi moins eſpaiſſe que l'humeur Chriſtalline, & la ſurface interieure

70. *Quel eſt l'uſage de toutes les parties de l'œil.*

de cette derniere humeur qui eſt plus courbe que l'exterieure font, que les rayons en entrans dans l'humeur vitrée, s'enclinent les uns ſur les autres encore plus qu'ils ne faiſoët dans l'humeur criſtalline, par ce qu'en ſortant de cette humeur, ils doivent ſe rompre encore une fois en s'éloignant des perpendiculaires de ſa ſurface interieure ; il faut donc que le concours s'en faſſe d'autant plûtoſt que la curvité de cette derniere ſurface eſt grande, & elle pourroit eſtre ſi courbe qu'il ſe feroit de la moitié plus prés que ſi elle eſtoit abſolument plate, comme on le peut voir facilement en faiſant ſoy même des figures ou l'on marque exactement, ſelon les regles des refractions, que l'on a donnée tout ce qui peut arriver aux rayons de lumiere, en traverſant toutes les parties de l'œil qùe l'on vient de dire, & qui contribuent toutes comme on l'a montré à leur concours au dela de l'humeur criſtalline.

Il ne reſteroit plus qu'à faire voir que ce concours ſe fait preciſement

sur la retine : car nous voulons que l'image que forment les rayons de lumiere en la maniere que nous l'avons expliqué, devienne sensible à l'organe, & nous avons dit qu'il n'y a point de partie dans l'œil plus propre à en avoir le sentiment que la retine : il faudroit donc faire voir qu'ils l'impriment effectivement sur la retine ; c'est à dire que leur concours se fait precisement sur cette membrane, qui est si propre à recevoir l'impression des objets ; mais comme ce concours des rayons precisement en ce lieu dépend de la maniere dont les rayons paralleles, & qui viennent d'un même point de l'objet sont rompus, en traversant les trois humeurs qui sont dans les yeux, & que cela ne se peut connoistre que par l'experience ; (parce que l'espaisseur des corps d'ou dépend la rafraction des rayons, ne nous est bien connuë que par la refraction même, on ne peut avoir recours qu'à la seule experience pour le prouver, mais aussi l'experience le prouve manifestement ; car si on

71. *Le concours des rayons se fait sur la retine, & c'est là que s'imprime l'image de l'objet.*

72. *On ne peut prouver cela que par l'experience.*

fait une ouverture au derriere de l'œil d'un bœuf recemment tué, ouvrant delicatement toutes les autres membranes qui le couvrent, excepté la retine, en mettant cet œil a un trou qu'on aura pratiqué dans une chambre bien fermée, & où il n'entre point de jour, on verra qu'en effet les images de tous les objets de dehors se trouveront peintes precisement sur la retine, où l'on pourra d'ailleurs estre pleinement persuadé par l'experience qui suit, que ce ne sont que les rayons de la lumiere qui concourent precisement là, qui les y forment : car si au lieu de l'œil de bœuf, vous voulez mettre au trou de la feneſtre que nous avons dit, le verre objectif ou exterieur d'une l'unette d'approche, & qu'aprés avoir remarqué la distance de son foyer en l'exposant au soleil, pour voir ou ses rayons concourent, vous estendez à cette distance au dedans de la chambre, & derriere ce verre un drap ou quelqu'autre linge semblable, vous verrez que les rayons de lumiere qui viendront

73. *Comment on le prouve par l'experience de l'œil artificiel.*

des divers points des objets, & qui devront concourir & se rassembler à cette distance, ne manqueront pas d'y marquer leurs images, comme ils faisoient auparavant sur la retine de l'œil de bœuf, dont nous avons parlé. Que si vous doutiez encor que ce ne fust ce concours des rayons, de la maniere que nous l'entendons, qui fust la cause de cette peinture, & qui formast ces images : avancez ou reculez vostre linge, & vous verrez que sitost que vous l'aurez remué de sa place, & qu'il ne se trouvera plus precisement dans le lieu du concours des rayons, vous n'aurez plus qu'une confusion de couleurs extremement foibles sur ce linge, ou vous ne reconnoistrez presque plus les images des objets qui s'effaceront à l'instant, & qui ne recommanceront à paroistre que lorsque vous aurez remis le linge en sa place.

Il me semble que tout cela est convainquant & que la raison & l'experience prouvent si evidẽment tout ce que nous avons dit jusqu'à present, de la maniere dont la vision se fait & de la

partie de l'œil ou elle se fait, qu'on ne peut pas nier qu'il n'y ait une connexion necessaire entre ces deux choses, & que l'on ne doive concevoir, supposé ce que l'on a dit de la diffusion de la lumiere, de la maniere differente dont elle est renvoyée par les objets, & de la proprieté de chacune des parties de l'œil, non seulement que la vision ne se fait pas autrement qu'on l'a expliqué, mais encor qu'elle ne se fait point ailleurs que dans la retine, il est vray que certaines experiences nouvelles sur lesquelles certains Auteurs se sont fait valoir depuis quelques années, ont fait croire à quelques uns que la vision ne se faisoit point dans la retine ; mais plûtost dans la choroide qui est une membrane qui paroist au dessous enduite d'une couleur noire ; mais outre qu'il ne seroit pas possible que les couleurs des objets fissent aucune impression sur cette membrane, ou'elles ne pourroient se peindre, le noir ne pouvant estre teint d'aucune autre couleur, comme on l'a fait voir par des raisons physiques

Quelques Philosophes de ce temps ont pretendu que la vision se faisoit dans la choroide.

dans le traité de l'ondulation. Outre cela dis-je aprés qu'on aura bien examiné tout ce que ces Messieurs disent de leurs experiences, on trouvera que la raison pour laquelle plusieurs objets disparoissent & ne font plus une sensible impression sur l'organe, lorsqu'on s'applique a en regarder fixement un autre, n'est peut-estre pas, par ce qu'il n'y a point de choroide à l'endroit de l'œil, où ils pretendent que leurs images se rencontrent, mais que cela vient uniquement de la configuration de l'organe qui ne peut se proportionner à un objet pour le voir distinctement, que tous les autres ne luy paroissent confus, en sorte qu'il n'en distingue plus les differentes parties, qu'il pert même entierement de veuë si elles sont fort petites; nous le ferons voir plus Bas *art.* 124. par des experiences tres-claires, par lesquelles nous montrerons qu'en effet, il ne falloit pas chercher icy un nouveau mistere; mais quand on s'est une fois laisé surprendre à quelque nouvelle idée on y rapporte

75. *Experience par laquelle ils le prouvent.*

76. *Quelle se peut expliquer autrement.*

tout, & on eſt déterminé à ne plus raiſonner que ſuivant cette idée, à laquelle on s'eſt laiſsé preoccuper; au reſte quand il ſeroit vray comme ces Autheurs ont tâché de le montrer, que l'image de l'objet qui diſparoiſt ſe rencontraſt juſtement à l'endroit du nerf optique, ou il n'y a point de choroide, en verité cela prouveroit-il que la viſion ne pourroit ſe faire dans la retine, & tout ce que l'on devroit inferer de là, ne ſeroit ce pas plutoſt qu'en effet en cet endroit les fibres de la retine ne ſeroient pas couchez de la maniere qu'il faut, pour eſtre ébranlez par les objets comme ils le ſont dans toutes les autres parties, ou ils ſont couchez le long de la concavité de l'œil, & non pas dreſſez & tournez directement vers les objets, comme ils le ſont à la ſortie du nerf optique d'ou il viennent. Il eſt vray qu'ils ne veulent pas que la retine ſoit une membrane composée des fibres, qui viennent de la ſubſtance interieure du nerf optique; mais ils n'en apportent aucune raiſon convaincante, & je crois qu'ils

ayment mieux dire que c'est une humeur à travers de laquelle les rayons passent jusque sur la choroide, pour tirer de leur opinion nouvelle un puissant préjugé en faveur des nouveaux philosophes, qui ont dit que pour avoir le sentiment des couleurs de l'objet, il suffit que les rayons de la lumiere viennent remuer differemment les parties de l'œil, comme ils peuvent remuer differemment les parties de la choroide, ou ils ne peuvent jamais imprimer aucune couleur, parce qu'elle est extremement noire.

77. *Que cette opinion de la maniere qu'ils la proposent favorise les sentimens des Cartesiens.*

Je ne nie pas que les rayons de la lumiere n'ebranlent d'abord les parties de la choroide, & qu'ils ne la frappent assez sensiblement pour faire qu'en se retirant un peû au dela de leur concours ou elle se sent blessée, tout l'œil s'alonge & se proportionne en s'alongeant aux objets qui la frappent le plus fortement, comme font toujours ceux qui sont les plus éclairés & les plus proches; nous verrons même plus bas que c'est à cette sensibilité de la choroide, que l'on doit attribuer les diverses configurations

78. *Quelle est proprement l'effet de la choroide.*

qu'il faut que l'œil prenne pour se conformer, & pour se proportionner à ces mêmes objets ; mais le concours des rayons ne se fait point du tout sur cette partie, qui ne le pourroit souffrir long-temps, sans une douleur tres considerable, parceque les rayons à cause de sa noirceur, ont sur elle une force bien plus grande que sur les autres parties, comme on le peut voir par l'experience d'un miroir ardent, qui met incontinent le feu aux corps noirs qu'on luy oppose, pourveu qu'ils soient combustibles.

79. *Raison considerable pour montrer quelle ne peut estre l'organe de la vision.*

De tout ce que l'on a dit, jusqu'icy on peut aisement comprendre que les images des objets, que l'on appelle communement especes ne se rencontrent jamais ailleurs que dans le fond de l'œil, puisqu'il faut des instrumens pour les peindre qui ne se rencontrent que dans le même œil; dont la nature à fait (si l'on peut ainsi parler) un admirable artisant, qui n'employe que les rayons de la lumiere pour faire son ouvrage, & qui s'en servant comme d'autant de pinceaux,

au bout desquels il trouve les couleurs toutes preparées, sçait si bien les mettre en œuvre, qu'en un instant il fait des copies en mignature de tout ce qu'il voit, les plus achevées & les plus fidelles que l'on puisse jamais imaginer. C'est donc une dispute inutile & une question superfluë que celle qui a si fort embarrassé les Philosophes qui sont en peine de sçavoir, si les especes qu'ils supposent estre toutes faites dans le milieu, representent divisiblement ou indivisiblement les objets d'ou elle viennent; c'est a dire si la moindre partie de l'espece represente tout l'objet, ou si chaque partie ne represente que celle dont elle est l'image: Cependant on ne peut pas dire combien cette difficulté imaginaire à tourmenté leur esprit, & on ne peut pas aussi se figurer les chimeres qu'ils ont inventé à ce sujet. Ceux qui veulent parler le plus raisonnablement en cette matiere, sont obligez de dire que la moindre partie de l'espece represente tout l'objet, parce qu'il est constant que de quelque

So.

Question ridicule des nouveaux Peripateticiès touchant la divisibilité & l'indivisibilité des especes.

point que ce soit que l'on puisse assigner dans le milieu, on peût voir de la toutes ses parties : Mais comme il est difficile de rendre cela probable, il y a deux manieres de l'expliquer. Les uns disent que quoyque les especes ayent de l'étenduë dans le milieu, & que toutes leurs parties ne soient pas penetrativement les unes dans les autres, elles representent cependant les objets comme si elles n'occupoient toutes qu'un seul point de l'espace, & pour rendre raison de cette opinion ils disent, qu'en effet chacune des parties est produitte non pas seulement de celle dont elle est l'image, mais encor de toutes les autres, & apportent même quelques experiences grossieres pour le prouver. Les autres sont dans un sentiment contraire, & comme il voyent qu'on est obligé de dire dans cette premiere opinion, que les especes qui viennent de differens objets se penetrent, puisque d'un même point on les peut tous apercevoir, ils ayment mieux dire tout d'un coup & pour avoir plutost fait, que ces mêmes es-

81. *Deux opinions la dessus.*

82. *L'un fausse & l'autre est d'absurpleine*

peces ſont d'une maniere indiviſible dans le milieu, non ſeulement quand à la vertu qu'elles ont de repreſenter l'objet, mais auſſi quand à la maniere dont elles y ſont reſpandues & produites ; car ils veulent que chaque objet produiſe toute ſon eſpece dans tout le milieu, & qu'outre cela il la produiſe encor toute dans chacune de ſes parties.

Toutes ces choſes ſont pitié & montrent la foibleſſe de l'eſprit humain, qui faute d'éxaminer d'abord une premiere idée s'engage toûjours plus avant dans ſes égaremens : Mais ce qu'il y a encor en cela de plus à plaindre, c'eſt que ſçachant donner à ſes erreurs l'apparence de la verité, elles ſe communiquent & reçoivent une nouvelle force, par la multitude & par l'authorité de ceux qui les ſuivent, & qui ont autant de peine à ſe rendre ſçavants dans les reſveries d'autruy quand elles ſont une fois eſtablies, qu'ils en auroient à le devenir tout de bon par la connoiſſance de la verité ; mais revenons à noſtre ſujet.

83. *Qu'il eſt dangereux de faire des queſtions de cette ſorte & qui n'ont aucun fondement.*

Un Autheur, *Le P. de Challes Jesuite dans son Optique*, qui a reçemment imprimé un cours de mathematique, & qui est dans le veritable sentiment touchant la maniere dont nous apercevons les objets par le moyen de leurs especes, se forme une difficulté qui n'est point fondée sur une idée chimerique, telles qu'en ont ces philosophes dont nous venons de parler, & qu'il est à propos d'examiner, il croit qu'il est difficile d'expliquer comment il se peut faire que la même partie de nostre œil, estant frappée par tant de rayons differens qui nous viennent du même point de l'objet, nous ne soyons pas determinez à voir ce point en differens endroits, & il s'imagine que chacun de ses rayons doit nous faire sentir une impression differente.

84. *Qu'il semble que chaque point de l'objet nous devroit paroistre en divers endroits.*

Il est vray que nous ne voyons que par ce que les objets nous frappent, & que nous ne jugeons en partie que les objets sont en des lieux differens, que par ce que les rayons qui nous apportent l'image des uns, nous frappent plus ou moins obli-

quement, que ceux qui nous apportent l'image des autres. En un mot il eſt conſtant que pour juger des differens lieux qu'occupent les objets, nous ſuivons la direction des rayons qui nous frappent de leur part, comme nous le dirons plus bas; mais il faut conſiderer premierement, que pour nous faire voir un objet en deux ou en pluſieurs endroits, ce n'eſt pas aſſez que les rayons qui nous le font voir nous frapent differemment, & les uns plus obliquement que les autres; il faut qu'il ne nous frappent point dans la même partie de la retine; autrement nous ne verrions qu'une confuſion de parties que nous ne pourrions diſtinguer les unes des autres, comme on le peut aiſément concevoir. Secondement il n'eſt point du tout vray que les rayons qui viennent du même point de l'objet, nous frappent differemment; quoyqu'ils ſoient differemment enclinez ſur la partie de l'œil ou ils aboutiſſent; deux impulſions obliques données à même temps à un corps, pourveu que l'une n'ait

85. *Comment on peut reſoudre cette difficulté.*

86. *Qu'elle eſt appuyée ſur un faux principe.*

pas plus de force pour le faire mouvoir que l'autre, ne le remuent pas autrement, que s'il n'en recevoit qu'une seule d'une puissance qui le pousât tout droit avec environ deux fois plus de forces que n'en a chacune des impulsions obliques, & l'experience fait voir, qu'un noyau de cerise par exemple; pressé entre les doigts est determiné au mouvement droit par les deux impulsions obliques qu'il reçoit à même temps par les deux doigts qui le pressent.

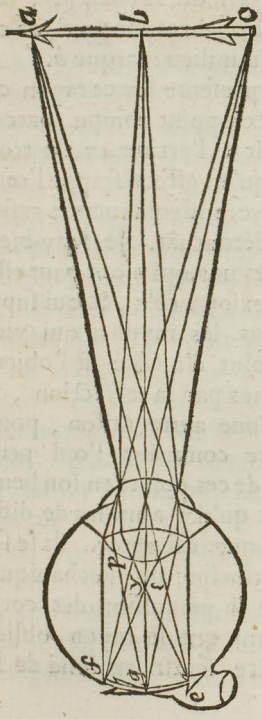
67. *Que l'experience & la raison le detruisent.*

Quoyqu'il y ait donc des rayons obliques entre ceux qui viennent d'un même point de l'objet, l'impression qu'ils font sur le même point de la retine ou ils aboutissent, n'estant point autre quelles seroit s'ils estoient droits, puisqu'ils tendent tous à la remuer en droite ligne & suivant la direction du rayon du milieu, qui en est comme l'axe, il faut dire que l'œil n'est point determiné à aller chercher le point visible, d'où il viennent, ailleurs qu'où le porte la direction de ce rayon du milieu; ainsi afin que vous compreniez mieux quels sont

les rayons dont l'œil suit la direction, pour juger de la scituation des parties de l'objet & de tous ses poins visibles ; si les rayons du point de l'objet marqué *a*.

88.

Quels sont les Rayons dont l'œil suit particulierement la direction pour voir chacun des points de l'objet en son lieu.



Venoit aboutir en *e* ; l'œil jugeroit de la situation de ce point selon la direction du rayon *e E a*, & si les rayons du point *c* venoient aboutir en *f*, il jugeroit de sa situation selon la direction du rayon *f g c*, & selon la direction du rayon *g y f*, de celle du point du milieu marqué *b*.

On represente icy ce rayon comme s'il n'estoit point rompu, parcequ'on fera voir à l'article 47. du troisiéme livre, qu'en effet il frappe l'œil comme s'il ne souffroit aucune refraction qui le détournât. Je sçay-bien que quelques uns, qui n'ont peut estre pas fait reflexion à cela, & qui supposent que tous les rayons qui viennent d'un point d'à côté de l'objet, sont detournez par la refraction, se servent d'une autre raison, pour faire entendre comment l'œil peut voir chacun de ces points en son lieu; mais je crois qu'il y a moins de difficulté dans ce que je suppose. Ils se servent d'un principe de mechanique qui regarde la percussion des corps, & supposans que le rayon oblique se doit faire sentir au fond de l'œil,

non pas selon sa direction propre, mais selon la direction de la perpendiculaire à la tangente qui seroit tirée par le point où il est frappé, ils disent que l'œil s'accommode aux objets, & qu'il se courbe plus ou moins, pour faire que la perpendiculaire à cette tangente aille trouver directement le point de l'objet d'où luy vient le rayon oblique. Ce sont bien des choses qu'il faudroit establir, & comme on auroit de la peine à faire entendre qu'un corps circulaire, qui auroit du sentiment, recevant immediatement une percussion oblique, sentît cette percussion de la même maniere que s'il estoit appliqué contre un autre corps dur & circulaire, qui receut la percussion ; il seroit encore plus difficile d'expliquer comment l'œil seroit déterminé à s'accommoder aux objets de la maniére qu'on le veut : ainsi il vaut mieux en demeurer à la premiere explication.

Tous ces rayons qui viennent d'un point de l'objet, & qui aboutissent à un autre point au fond de l'œil, font,

89. *Pourquoy les rayons qui viennent d'un même point s'appellent pinceaux.*

comme vous voyez une figure assez semblable à un pinceau, & comme ils portent encor avec eux la couleur, & la figure de l'objet, puisqu'ils la tracent au fond du méme œil, quelques uns les ont appellez *pinceaux*, celuy qui est comme l'axe de tous, & qui ne tombe point obliquement sur la surface de l'humeur cristalline, comme les autres, est encore appellé communement *l'axe de la vision*;

90. *Et pourquoy celuy du milieu s'appelle l'axe de la vision.*

mais pour lors on ne le considere que comme une ligne ou un simple rayon, comme on doit aussi considerer tous les autres; parcequ'ils n'agissent pas sur les parties de l'œil, autrement que s'ils n'estoient en effet qu'un seul rayon indivisible, comme on vient de le dire.

Au reste ils doivent se croiser comme vous voyez en entrant dans l'œil; car comme il est necessaire qu'ils passent par l'ouverture de la prunelle, afin qu'ils soient separés les uns des autres, & afin qu'ils aillent aboutir à des points differens dans le fond de l'œil, cela ne se peut faire qu'ils ne se croisent en passant, & ce qu'il faut

encor

encor remarquer ; c'eſt qu'ils ne peuvent ſe croiſer que l'image de l'objet ne ſe trouve renverſée ſur la retine, ou ils la vont imprimer, ce qui n'empeſche pas que nous ne voyons le même objet, dans ſa propre ſituation droite ; par ce que l'œil pour juger de la ſituation de ſes parties, ſuit toûjours la direction des rayons en la maniere qu'on vient de le montrer, & qu'il participe en cela du ſentiment du toucher, comme dit Ariſtote, car le ſentiment du toucher â cela de propre qu'il juge à ſa façon du lieu ou ſont les objets, ſelon l'impreſſion droite ou oblique, qu'il font ſur les parties de noſtre corps où il reſide.

91. *Comment on juge de la ſituation droitte de l'objet quoyque l'eſpece en ait une contraire.*

Mais toutes ces choſes nous ont conduit inſenſiblement à la partie de ce traité, où nous devons montrer que nous n'avons pas ſeulement le ſentiment de la figure, ou de la couleur des objets pour les connoiſtre, & pour les apercevoir par le moyen de leur image ; comme nous l'avons dit ; mais que nous jugeons encor de leur diſtance, de leur ſituation,

de leur grandeur & de leur mouvement. Nous nous trompons à la verité quelquefois dans toutes ces choſes, & dans la figure même (car la couleur eſtant le principal & le propre objet de la veuë, jamais elle ne s'y trompe, comme on le fera voir dans la phiſique) mais les erreurs même de la veuë, s'il eſt permis de parler ainſi, nous feront connoiſtre avec plus de certitude ce qui determine l'œil à ces ſortes de ſentimens; & comme il peut les avoir.

92. *L'œil ne ſe trompe point touchant la couleur de l'objet; mais il ſe peut tromper dans la grandeur & dans la ſituation &c. du même objet.*

Il eſt ſeur qu'ils dépendent en quelque façon de la diſpoſition de quelques unes de ſes parties qui doivent ſouffrir pour lors quelque alteration & quelque changement, & nous allons dire tout ce qui s'en peut connoiſtre: car quoyque nous ne puiſſions pas entrer dans l'œil pour voir tout ce qui s'y paſſe, & que la pluſpart des changemens qui s'y font nous ſoient inconnus, par ce que les puiſſances materielles agiſſent ſans reflexion & qu'elles n'en ſont point capables; neanmoins il eſt aiſé de faire un œil artificiel tout

93. *En quoy conſiſte en general le ſentiment qu'il a de toutes ces choſes.*

semblable à l'œil naturel pour l'arrengement & pour la qualité de ses parties, afin d'avoir la liberté d'y entrer, & d'y considerer tous les changemens, dont le naturel peut-estre capable selon la differente disposition des objets qui le frappent.

94. *Qu'on le peut connoistre par le moyen de l'œil artificiel.*

On ferme bien une chambre en sorte qu'il n'y entre point de lumiere que par un petit trou d'un petit poulce de diametre, qui represente la prunelle, on met ensuitte à ce trou un verre le moins convexe que l'on peut, & qui rassemble les rayons paralleles à une distance considerable, afin de faire cet œil artificiel plus grand & que l'on y puisse entrer plus commodement (ce sera assez d'y mettre le verre exterieur ou objectif d'une lunette de six pieds, qui les rassemble à prés de six pieds de distance,) enfin on étend une toile à cette même distance, où l'on reçoit les images des objets de dehors qui s'y viennent peindre, & l'on a par ce moyen cet œil artificiel, dont je viens de parler, ou l'on peut aisement remarquer la plus part des chan-

95. *Ce que c'est que l'œil artificiel & la maniere de le faire.*

gemens dont on reconnoist ensuitte que l'œil naturel doit estre capable, pour faire que les objets selon leur differente situation puissent y estre distinctement representez, & y faire l'impression qu'ils doivent pour estre veûs selon toutes les circonstances de leur grandeur, de leur éloignement, de leur situation & choses semblables, qui n'y peuvent estre representées precisement par des images comme l'objet même.

96. *Que la seule image de l'objet ne se peut representer selon toutes les circonstances de sa situation, de sa grandeur &c.*

Je dis qu'on reconnoît par le moyen de l'œil artificiel les changemens qui se doivent faire dans le naturel, pour le déterminer à connoistre toutes ces choses, par ce qu'on voit que les parties dont il est composé, n'estant point autrement disposées dans le naturel, il est cependant necessaire de changer leur figure & leur disposition, selon la differente situation, & selon les autres changemens qui peuvent arriver à l'objet, autrement l'image n'en est pas distincte, n'y propre à le representer.

97. *Que le sentiment de ces choses depend de divers changemens qui se font dans l'œil.*

Par exemple si aprés avoir mis

d'abord la toile de l'œil artificiel à la distance qu'il faut, pour bien representer les objets vous en aprochez quelqu'un ; vous verrez que l'image de celuy-la paroistra toute effacée ; & que pour luy redonner toute sa perfection, il faudra ou rechanger le verre pour en mettre un plus convexe, ou reculer la toile d'autant plus que vous aurez approché l'objet ; imaginez-vous donc que les parties de l'œil naturel, sont disposées de la même façon que les parties de l'œil artificiel, c'est à dire qu'elles sont disposées à voir des objets éloignez, & que l'on en mette tout proche, ou qu'aprés avoir regardé longtemps un objet éloigné, il détourne tout d'un coup ses regards sur un objet fort proche ; asseurement qu'il ne le verra que tres confusement, & que l'image de cet objet ne pourra estre distinctement representée sur la partie de sa retine qui la reçoit, comme elle n'est pas distinctement representée sur la partie du linge ou elle est receuë dans l'œil artificiel, pendant que l'on n'y change rien, & que

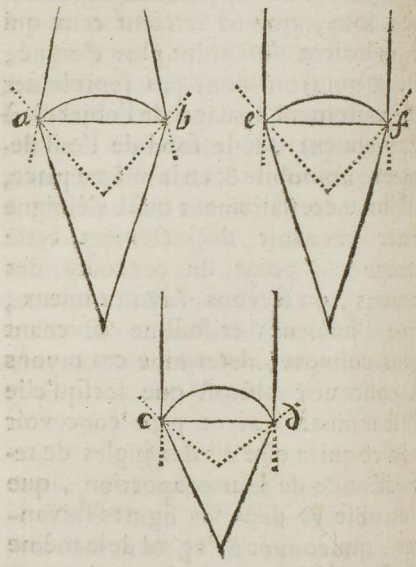
98. *Premiere experience d'un premier changement dans l'œil artificiel quand l'objet en est fort proche.*

l'on y met pas un verre plus convexe, ou que l'on n'éloigne pas ce même linge, en voicy la raison qui prouve également pour l'un & pour l'autre, c'est que l'humeur cristalline, ou le verre qui la represente dans l'œil artificiel demeurant toûjours le même & dans le même estat doit rompre diversement les rayons qui viennent d'un même point de l'objet, selon que cet objet est plus proche ou plus éloigné, car on conçoit aisément que ces rayons qui ne sont jamais en effet paralleles, (quoyqu'ils soient rassemblés à peu prés, comme s'ils l'estoient, & qu'ainsi ils puissent passer pour tels) le sont cependant beaucoup moins, lors qu'ils viennent d'un point qui est plus proche des yeux, que lors qu'ils viennent d'un autre plus éloigné. Or c'est la même chose de dire que ces rayons sont moins paralleles, & de dire qu'ils font un plus grand angle, avec la perpendiculaire à la surface du verre, ou de l'humeur crystalline sur laquelle ils tombent, ils doivent donc aussi à proportion s'approcher moins de

cette perpendiculaire, aprés la refraction dans cette même humeur ou dans le verre, & par consequent ils doivent estre disposez à concourir plus loin, que ne feroient ceux qui viendroient d'un point plus éloigné; ils ne pourront donc pas representer distinctement l'image de l'objet d'où ils viennent, si le fond de l'œil demeure immobile & en la même place, il faut necessairement qu'il s'éloigne pour recevoir distinctement cette image au point du concours des rayons, ou si vous l'aymez mieux, que l'humeur crystalline devenant plus convexe, determine ces rayons à concourir plûtost que lorsqu'elle l'est moins. Car on peut concevoir par ce qui a esté dit des angles de refraction & de leur proportion, que l'on observe dans les figures suivantes, que comme à l'égard de la même surface *a b* les rayons les moins paralleles, & qui viennent de plus prez concourent plus loin de cette surface, aussi les rayons qui viennent d'un même point concourent plûtost, & plus prez de la surface qui les

99. *L'œil naturel doit estre capable de ce changement.*

reunit quand elle eſt plus convexe, comme *c d* que quand elle l'eſt moins comme *e f*.



Les Anatomiſtes obſervent icy une choſe admirable ; car comme il y auroit danger qu'en preſſant trop l'humeur criſtalline pour luy donner une plus grande connexité, les deux

petites membranes qui l'envelopent, & qui sont extremement delicates, ne vinssent à se crever, ils ont remarqué que les nerfs qui reserrent le ligament ciliaire, pour faire que l'humeur cristalline soit plus gonflée, & plus convexe, ferment à même temps la prunelle & allongent tout l'œil, afin que la retine venant à se reculer un peu de l'humeur cristalline il ne soit pas necessaire de la presser si fort, & de luy dõner une trop grande convexité, ce qui ne se pourroit faire sans forcer, ou sans crever, comme l'on a dit, les membranes qui la contiennent, le ligament ciliaire dont on vient de parler est une assez forte, & une assez espoisse membrane qui se separant avec l'uvée des autres membranes qui environnent tout l'œil, comme la Schlerotide, & quelques autres, soustient l'humeur cristalline au milieu des deux autres humeurs l'aquée & la vitrée.

100. *En quoy consiste ce changement dans l'œil naturel.*

Voilà donc le premier changement que l'œil artificiel nous montre qui doit arriver dans l'œil naturel, quand l'objet change de place, ou qu'aprés

en avoir regardé un fort éloigné, il detourne ſes regards ſur un autre fort proche, & c'eſt par la neceſſité de ce changement qu'on peut concevoir, & remarquer en paſſant la raiſon d'un évenement aſſez ordinaire, qui me donnera lieu de faire icy quelques obſervations que j'ay toujours jugées tres-utiles pour la conſervation de l'œil & pour la perfection même de cet organe.

101. *Que l'œil ſe trouve diſpoſé de la même maniere quand il regarde un corps lumineux.*

On éprouve ordinairement que lors qu'on a regardé le Soleil ou quelqu'autre corps fort lumineux un peu trop fixement, on a par aprés de la peine à voir, & à diſtinguer les parties des autres objets ſur leſquels on detourne la veuë; on y voit même pendant un eſpace de temps aſſez conſiderable, des images & des taches de diverſes couleurs, & qui ſont à peu prés de la figure du corps lumineux; ſur lequel on avoit fixé ſes regards; cela vient de ce qu'on ne peut jamais avoir la prunelle aſſez fermée pour voir les corps qui ont beaucoup de lumiere; ils bleſſent la veuë par leur activité, & ils obligent

l'œil qui se sent blessé à se resserrer le plus qu'il peut, pour ne point laisser entrer une si grande quantité de rayons qui venant à se rejoindre sur la retine en altereroient notablement les parties, & les rendroient inutiles à la vision en les bruslant comme ils brûlent les autres corps qu'on leur oppose, & que l'on met au point de leur reunion. Il arrive même toûjours qu'à l'endroit de la retine où ils se sont reunis, quand on a regardé trop fixement un corps fort lumineux, les fibres se trouvent trop resserrées par la chaleur qu'ils y ont produit quoy qu'on ait retreci la prunelle autant que l'on a pû, & qu'étant devenuës trop roides, elles ne peuvent plus estre ébranslées par les objets qui ont moins de lumiere, & moins de force que le corps lumineux que l'on a regardé, il y a donc pour lors quelqu'une des parties de ces objets que nous ne pouvons voir; par ce que son image tombe sur cet endroit de la retine, où les fibres demeurent comme stupefiées, jusqu'à ce que les esprits qui en avoient esté

102. *Que les corps lumineux blessent la retine.*

103. *Que une partie des fibres est demeurée comme stupefiée.*

bãnis, y soient rẽtrées pour les remettre dans leur premier estat, & pour les rendre flexibles comme auparavant. C'est ce qui fait que nous voyons d'abord à l'endroit de cette partie, une tache ou un image qui retient quelque chose de l'image du corps lumineux, que nous avions regardé trop fixement, & qu'à mesure que les esprits travaillent à rétablir les fibres de la retine, cette tache nous paroît de diverses couleurs; par ce que l'objet que nous regardons, agissant d'abord assez imparfaitement sur ces fibres qui ne sont pas encor restablies, il n'y peut pas marquer encor sa couleur, mais seulement quelque couleur mitoyenne entre la sienne & la couleur noire de cette tache, ou de ce nuage qui nous paroît, & qui se dissipe peu à peu par l'action de l'objet qui devient toûjours plus efficace. Au reste nous ne voyons pas pour une tache, mais nous en voyons au moins deux, parce que nos regards estãt tournez vers un autre objet que le corps lumineux, son impression qui est toute d'ffe-

104. *Et que cela est cause que l'on voit sur les objets des taches de diverses couleurs.*

rente de celle de l'objet que nous considerons, dure toûjours, & nous determine à voir la figure en forme d'une tache, ou d'un nuage en deux differens endroits, par ce que cette impression a esté faite par des rayons, tout autrement enclinez que ceux qui nous apporteroient l'image de la partie de l'objet que ce nuage nous cache, & que pour juger de la situation des objets, comme l'on a dit cy-dessus, nous suivons toûjours la direction des rayons qui nous en apportent l'image; mais on entendra encore mieux cela, par ce qui sera dit cy-aprés, quand on expliquera comment il se peut faire que le même objet nous paroisse quelquefois en des lieux differens.

105. *Pourquoy ces taches paroissent ordinairement au nombre de deux.*

Non seulement il arrive que nous voyons des taches, & des nuages sur ces objets que nous regardons, aprés avoir tenu quelque temps la veuë arrestée trop fixement sur quelque corps fort lumineux; mais encor nous experimentons, comme l'on a dit, que nous ne pouvons d'abord les apercevoir que tres confusément, ce-

qu'il faut icy bien remarquer aussi-bien que la raison de cet événement qui doit donner lieu aux observations que nous avons dites.

Il ne vous sera pas mal aisé de la comprendre, si vous voulez faire reflexion à ce qui se passe à l'égard de l'œil quand on arreste la veuë sur un objet fort éclattant ; car comme on est obligé pour lors de resserrer extraordinairement la prunelle, & qu'on ne peut le faire, comme disent les Anatomistes, qu'on ne presse à même temps l'humeur cristalline qui en devient plus convexe, il faut necessairement que les membranes qui les renferment s'étendent aussi extraordinairement vers le milieu : comme il arrive donc qu'un ressort se remet en son estat naturel, d'autant plus difficilement qu'il a esté plus long temps, & plus fortement bandé & qu'un cuir par exemple, ou une peau que l'on a un peu trop allongée ne se retire pas sitost, & qu'elle ne se retire même presque plus, quand on l'a allongée extraordinairement, & qu'on là tenu

106. *Pourquoy on ne voit les autres objets que confusément aprés avoir regardé fixement un corps lumineux.*

long temps en cet état ; auſſi les membranes qui enferment l'humeur criſtalline, aprés avoir eſté trop eſtenduës ne ſe reſtabliſſent qu'avec peine, & juſqu'à ce qu'elles ſoient reſtablies, elles ne peuvent ſervir a faire voir diſtinctement quelque objet que ce ſoit, par ce qu'il n'y en a aucun, pour proche de l'œil qu'il puiſſe eſtre, qui demande que l'humeur criſtalline ſoit auſſi gonflée qu'elle l'eſt, quand on vient de regarder un corps qui eſt fort lumineux.

107. *Que la même raiſon prouve qu'on ne doit pas voir diſtinctement les objets éloignez, aprés avoir regardé fixement ceux qui ſont proches.*

Si l'on avoit regardé long temps un objet fort petit & fort proche, & qu'on détournat tout d'un coup la veuë ſur quelque objet éloigné, la la même choſe arriveroit, & on ne le verroit d'abord que tres confuſément pour la même raiſon que l'on a dite, & par ce que en regardant long temps, & fixement un objet éloigné, il n'eſt pas moins neceſſaire de tirer & détendre de tous coſtez les membranes, qui enferment l'humeur criſtalline pour l'applatir autant que l'on peut, on n'a pas moins de peine à voir diſtinctement un

objet proche aprés qu'on a regardé fixement un éloigné, que l'on en a à voir distinctement un objet éloigné, aprés en avoir regardé fixément un qui estoit fort proche; où vous remarquerez que l'on ne voit jamais trop distinctement les parties des corps qui sont fort lumineux, comme le Soleil quand on le regarde fixement, comme on a dit, par ce qu'il ne se peut faire que leurs rayons ne concourent, avant qu'ils viennent jusqu'à la retine à cause de la trop grande convexité de l'humeur cristalline, on dit aussi pour cela que la lumiere de ces corps éblouït, par ce que chacun de leurs points lumineux occupans plus d'espace qu'il ne faut dans le fond de l'œil, on n'aperçoit que de la lumiere sans aucune distinction de parties. Cela n'empesche point que ces rayons ne soient toujours suffisamment ramassez & en assez grand nombre, pour alterer, comme l'on a dit, la partie de la retine sur laquelle ils tombent, & qu'ainsi il ne soient la cause du premier effet que l'on a expliqué.

108. *Pourquoy on ne peut jamais voir bien distinctement les parties des corps lumineux.*

Il faut conclure de tout cela, qu'il est toûjours dangereux d'arrester trop fixement les yeux sur le Soleil, par exemple, ou sur quelqu'autre corps qui auroit trop de lumiere, & qu'il ne faut pas s'étonner si quelques uns en sont devenus aveugles, car enfin il se peut faire qu'à force de bander les membranes qui renferment l'humeur cristalline elle viennent à se crever, & qu'ainsi cette humeur ne puisse jamais plus estre remise en l'estat qu'il faut, pour voir aucune sorte d'objets, & qu'elle ne perde entierement la figure qu'elle doit avoir pour rassembler les rayons de la lumiere. Que si ce que l'on dit de l'aigle est veritable, il faut que cet oiseau en regardant fixement le Soleil, puisse resserrer la prunelle beaucoup plus à proportion que les hommes, & que les membranes de l'humeur cristalline de ses yeux soit aussi beaucoup plus fortes. Je crois pour moy que ceque j'en ay observé est encor plus veritable, & que cet oiseau à comme plusieurs autres, où je l'ay remarqué de deux sortes de

109. *Qu'on peut devenir aveugle à force de les regarder.*

110. *Comment il se peut faire que l'aigle regarde fixement le Soleil sans se blesser.*

paupieres dont l'une est interieure & fort delicate, à travers de laquelle il peut voir les corps lumineux, & l'autre exterieure & plus grossiere, qui luy sert quand il veut entierement fermer les yeux. Il peut donc en regardant le Soleil couvrir ses yeux de cette membrane plus délicate, que j'ay appellé une seconde paupiere, & se disposer ainsi à le regarder fixement sans en recevoir aucun dommage.

Mais s'il est dangereux de regarder trop fixement le Soleil, il ne l'est guere moins de tenir trop long temps, & trop souvent les yeux arrestez sur quelque objet que ce soit. Nous voyons quantité de gens d'étude qui se racourcissent la veuë, & quantité de vieillars qui se l'affoiblissent toûjours de plus en plus; ceux la pour s'appliquer trop assiduëment à la lecture, sans détourner quelquefois les yeux de dessus leurs livres, pour faire prendre un autre figure à leurs yeux, en regardant des objets plus éloignez & ceux-cy pour ne s'estre pas un peu forcés d'abord quand leur

III. *Comment il se peut faire que les gens d'estude s'accourcissent la veuë & que les Vieillars se l'affoiblissent de plus en plus.*

veuë commençoit de s'affoiblir, & pour ne pas vouloir se gesner un peû dans la suite, en prenant toûjours des lunettes qui soient au dessous de leur âge, pour empescher l'humeur cristalline de s'applatir toujours de plus en plus, comme elle fait infailliblement quand on n'use pas de cette precaution; car il faut remarquer que l'humeur cristalline des Viellars estant desechée, elle devient si platte qu'elle n'est plus propre qu'à voir distinctement les objets éloignez, & que les lunettes convexes dont-ils se servent, disposent tellement les rayons qui viennent des objets qui sont proches de l'œil, qu'ils n'y entrent point autrement que s'ils venoient de quelques autres objets plus éloignez, comme on le dira en son lieu; ainsi ces lunettes leur tenant toujours les yeux dans le même estat, il ne faut pas s'estonner si leur veuë s'affoiblit toujours, comme elle se racourcit toujours dans les gens d'estude: car les uns & les autres tenans presque toujours les membranes qui

112. *Comment le cristallin des Vieillars est disposé.*

enferment l'humeur cristalline tendues & bandées d'une même façon, elles ne peuvent plus par aprés se remettre, & les yeux des derniers demeurans disposez à ne voir distinctement que les objets qui sont proches, les yeux des autres, au contraire, ne sont plus propres qu'à voir les choses fort éloignées, ce qui n'est pas de grande usage.

113. *Avis pour la conservation de la veuë.*

Il est donc à propos, pour conserver la veuë de changer souvent d'objets, & quoyqu'on ne la doive pas forcer pour l'ordinaire, il est cependant tres-utile de le faire quelque-fois, pour rendre les membranes de l'humeur cristalline plus souples, & plus disposées à prendre incontinent, avec cette même humeur, la figure que les objets demandent, ce qui contribuë extremement, non seulement à conserver, mais encor à perfectionner la veuë, qui pour estre bonne doit estre égallement disposée à ces deux changemens que l'on a dit, & dont l'œil artificiel monstre que le naturel doit estre capable.

Un autre changement que l'œil

artificiel, & la raison même nous montre qui doit arriver dans l'œil naturel, & qui peut nous faire connoistre comment nous pouvons avoir le sentiment de la grandeur des objets ; c'est que leur image qui est au fond de cet œil, y croist assez sensiblement, à mesure qu'on les en approche, on peut s'en convaincre par l'experience, mais cela n'est pas necessaire : la raison montre assez que cela doit estre ainsi : les rayons divergens qui font l'axe des pinceaux de lumiere qui viennent de divers points des objets, font necessairement, en se croisant pour entrer dans l'œil, un angle d'autant plus grand que les objets sont plus proches, & l'on conçoit aisément que cet angle ne peut estre plus grand, que leur image, que ces rayons impriment au fond de l'œil, ne croisse & ne devienne aussi plus grande.

114. *Second changement de l'œil d'où depend le sentiment de la grandeur de l'objet.*

Je dis donc que ce changement qui arrive dans l'image des objets, nous peut faire concevoir en quoy consiste le sentiment que nous avons de leur grandeur ; car comme il est

constant qu'ils nous paroissent toujours plus grands, lors qu'ils sont plus proches de nous, & qu'il n'arrive rien autre chose pour lors, sinon que leur image qui est dans nos yeux devient plus grande : il semble que la grandeur de cet image est uniquement ce qui nous determine à ce sentiment, & c'est aussi ce que disent tous ceux qui ont traité de cette matiere, car ils asseurent tous unanimement que l'objet doit paroistre d'autant plus grand que son image qui est au fond de l'œil est plus grande.

115. *Que la grandeur de l'espece n'est pas precisément ce qui determine au sentiment de la grandeur de l'objet.*

Je veux croire qu'ils l'entendent de la bonne façon, & que quand ils nous disent que la grandeur de l'espece nous détermine au sentiment de la grandeur de l'objet, ils considerent toujours avec cet espéce les rayons qui l'impriment, & dont on a montré que l'œil suit toujours la direction pour juger de l'objet, & de la situation de ses parties, autrement il n'y auroit pas assez de suite dans leur doctrine. L'espece nous porte à la connoissance de l'objet en tant qu'il est hors de nous; &

nous ne le pouvons juger hors de nous, que suivant la direction des rayons qui nous viennent de diverses parties dont nous connoissons la situation par leur moyen ; nous ne pouvons donc juger qu'il est hors de nous plus grand, que lors que suivant la direction de ces rayons nous jugeons autrement de la situation de ces mêmes parties, c'est a dire que lors que suivant la direction de ces rayons, il nous semble qu'elles sont plus écartées les unes des autres, qu'il faut les aller chercher plus haut & plus bas, ou si vous voulez plus vers la droitte & plus vers la gauche qu'elles ne paroissoient auparavant.

Ce n'est donc pas précisément la grandeur de l'espece qui nous détermine à avoir le sentiment de la grandeur des objets, & comme on est obligé de dire qu'un grand œil, où les rayons sont plus enclinez aprés leur refraction, que dans un petit ne verroit pas les objets plus grands que le petit, quoyque leurs images y fussent plus grandes, aussi faut-il tenir pour constant que l'œil

116. *Ce qui détermine proprement à ce sentiment.*

ne juge précisément qu'un objet est plus grand qu'un autre, que parce que, ensuivant la direction des rayons divergens qui le viennent frapper, la distance qui est entre les points visibles d'où ils viennent, luy paroist d'autant plus grande que ces rayons sont plus divergens, comme ils le sont toujours lors qu'un objet est ou plus proche de l'œil qu'il n'estoit auparavant, ou que de deux qui sont à égale distance, l'un est en effet plus grand que l'autre.

Ce même principe d'où je tire la raison du sentiment que nous avons de la grandeur des objets, prouve que ceux qui ont naturellement la veuë courte, ne les voyent jamais si grands que ceux qui ont les yeux bien disposez, car la disposition naturelle de leurs yeux, & sur tout la convexité de leur cristallin demande pour bien des raisons que l'on voit assez, & que l'on expliquera plus particulierement au troisiéme livre, que les rayons divergens se croisent plus prés qu'ils ne doivent faire des yeux de ceux, qui les ont naturellement bien

bien disposez : ce qui ne se peut faire qu'il n'y entrent moins divergens, & qu'ils ne déterminent par conséquent ces sortes de personnes à juger que les mêmes objets sont plus petits qu'ils ne paroissent communément aux autres.

117. *Que ceux qui ont la veuë courte voyent les objets plus petits*

Vous pourrez quand il vous plaira vous convaincre de cela, par une experience que je vay dire, & où vous remarquerez à même temps que ces sortes de personnes qui ont naturellement la veuë courte, ne voient pas fort distinctement les objets quand il sont un peu éloignez: vous n'avez qu'à approcher de l'un de vos yeux un cercle de carton, par exemple, qui soit percé dans le milieu, pour y fourrer le petit doit, & fixer vos yeux sur le trou; vous ne laisserez pas d'appercevoir encor à travers de ce même trou, les objets qui sont plus éloignez, comme par exemple, les quareaux d'un parterre, & les gens qui s'y promenent; mais vous verrez qu'ils vous paroîtront fort petits, & que vous ne pourrés plus distinguer les fleurs

118. *Qu'ils les voyét aussi d'autant plus confusément qu'ils sont éloignez.*

du parterre, ny ses compartimens, que vous n'appercevrés que fort confusement ; ce qui prouve ce que l'on vient de dire, & ce qui montre comme l'on a dit cy-dessus, au §. 76. qu'il se peut faire que nous ne perdons de veuë le papier sur lequel nous ne l'arrestons pas, que parceque nous l'arrestons sur un autre qui en est éloigné, & qui fait que nos yeux estans disposez à le voir distinctement, nous ne voyons que fort confusément tous les objets d'alentour, ensorte que nous ne pouvons plus avoir le sentiment de leur diverses parties, particulierement si elles sont fort petites.

119. *Comme on peut perdre un objet de veuë.*

120. *Troisiéme changement qui arrive dans l'œil.*

Une troisiéme chose que l'on peut remarquer dans l'œil artificiel, & qui montre un troisiéme changement, dont l'œil naturel doit estre capable; c'est que si on éloigne de ce même œil quelqu'un des objets qui y sont distinctement representez ; cet objet que l'on éloigne commence de ny paroistre plus qu'avec confusion, & sans distinction de ses parties ; il faut pour recevoir distinctement son

image, ou remuer la toile qui fait le fond de cét œil, en l'approchant du verre, ou changer le même verre & en mettre un moins convexe : c'eſt à dire qu'il faut faire tout le contraire de ce que l'on a montré qu'il falloit mettre en uſage, pour rappeler l'image d'un objet que l'on met plus proche de l'œil artificiel : mais cela n'eſt pas fort remarquable.

Ce qu'il y a de plus conſiderable dans cette troiſiéme experience, c'eſt que quoy que l'on faſſe, particulierement quand l'objet eſt fort éloigné, on ne peut jamais rappeler parfaitement ſon image, ny la faire paroiſtre auſſi diſtinctement qu'auparavant ; elle eſt toujours plus petite qu'elle n'eſtoit, plus confuſe & moins colorée ; & la raiſon de cela eſt qu'outre que les rayons divergens qui la portent le ſont beaucoup moins, ils ſont encor plus foibles, & en plus petit nombre, enſorte que les plus petites parties, n'en envoyant pas aſſez pour ſe rendre ſenſibles, on ne peut jamais bien les diſtinguer.

121. *Raiſons de ce changement.*

Si vous supposez donc tout le contraire de ce que l'on a supposé cy-dessus ; c'est à sçavoir que l'on éloigne tout d'un coup de vos yeux un objet fort proche, ou qu'aprés avoir regardé long temps attentivement un objet fort proche, vous détournies tout d'un coup vos regards sur quelque autre objet éloigné ; ceque l'on vient de remarquer au sujet de cette derniere experience, montre en premier lieu que vous ne le verrez que fort confusément, jusqu'à ceque le cristalin de nos yeux ait pris une figure qui luy soit proportionnée ; c'est à dire jusqu'à ce qu'il se soit applati ; mais en second lieu la même expérience prouve que le même objet vous devra paroistre plus petit, que vous ne devrez pas distinguer si bien qu'auparavant toutes ses parties, & que la couleur ne vous en devra pas paroistre à beaucoup prez si vive. C'est à dire qu'aprés que vous aurez disposé vos yeux à voir cet objet, il s'y trouvera representé de la même maniere qu'il paroist dans l'œil artificiel, pour

les mêmes raisons que l'on a dites.

Si vous y avez pris garde les Peintres observent ces diminutions de teintes, & de figures dans leur tableaux, & d'autant plus qu'ils veulent que les choses qu'ils representent nous paroissent éloignées, d'autant moins ont-ils soin de les achever, au contraire ils les peignent le plus legerement qu'ils peuvent; ils n'en relevent point les jours, il n'en enfoncent point les ombres, & sur tout ils prennent bien garde de leur donner toûjours moins d'étenduë à proportion de leur éloignement.

122. *Les Peintres imitent ce changement.*

Il sembleroit donc que cette troiziéme expérience, nous pourroit faire comprendre en quoy consiste le sentiment que nous avons de l'éloignement des objets, comme l'autre qui la precede immediatement sert à faire entendre en quoy consiste le sentiment que nous avons de leur grandeur: car enfin il paroist d'abord qu'il ne passe rien autre chose dans nos yeux, quand l'objet est éloigné,

que tout ce que l'on vient de dire. L'image de l'objet y devient plus petite & plus confuse, les couleurs en sont moins vives, & si vous voulez encor elle y est apportée par des rayons moins divergens, & le cristalin change de figure & devient moins convexe. Cependant il faut outre tout cela quelque autre chose pour nous faire avoir ce sentiment; nous voyons qu'avec un œil tout seul, où tout cela se passe, nous ne sçaurions juger bien précisément de l'éloignement de l'objet, c'est à dire que nous ne voyons pas précisément le lieu ou il est particuliérement, s'il est à deux ou trois pas de distance. L'expérience en est aisée à faire; vous n'avez qu'à fermer l'un de vos yeux, & prenant une baguette la remuer de travers pour toucher s'il y a moyen du bout de cette même baguette quelque petit objet, par exemple un grain de chapelet que vous aurés suspendû en l'air à deux ou trois pas de distance : vous verrez que vous irez tantost au deça, & tantost au dela

123. *Qu'il ne suffit pas pour faire avoir le sentiment de la distance de l'objet.*

de cet objet, & que vous ne le rencontrerez presque jamais que par accident. On le rencontre bien seurement avec les deux yeux, & il faut nécessairement que leur disposition y contribuë, & que tout ce qui a esté dit de la diminution des images, & de toutes les autres choses qui leur arrivent, servant simplement à nous faire connoistre la distance des objets en soy d'une maniere grossiere & indeterminée; cette disposition des deux yeux, & leur direction mutuelle vers le même objet, serve à en déterminer le lieu.

124. *Que ce sentiment dépend particulierement de la disposition & de la direction des deux yeux.*

En effet on ne peut pas dire qu'il se fasse un changement dans les parties de l'œil, où dans l'image de l'objet, quand on l'approche ou quand on le recule de trois ou quatre pouces par exemple, qui nous puisse estre assez sensible, & qui soit suffisant pour nous faire appercevoir qu'il ait changé de place; au lieu qu'on ne peut pas concevoir que les yeux soient tous deux tournez vers un même objet, qu'il ne se trouve précisément dans l'endroit, ou les

lignes tirées d'un des points de cet objet par le milieu de la prunelle des deux yeux se croisent. Il n'y a donc rien qui puisse nous determiner à juger précisément de la distance des objets, & du lieu où ils sont, que cette direction mutuelle des deux yeux ensemble : & c'est en quoy la nature est admirable, en nous faisant pratiquer à l'égard des objets, quoyque sans connoissance & sans reflexion, ceque l'industrie des Astronomes & des Geometres a inventé, pour juger seurement de l'éloignement des Astres, des Cometes, & des objets inaccessibles. Deux personnes, éloignées l'une de l'autre autant que la chose le demande conviennent ensemble, & regardent à même temps une étoile ou quelqu'autre objet inaccessible ; & ils ne manquent pas de trouver sa distance en trouvant le point, où les deux lignes tirées de leurs yeux se coupent. C'est ceque l'on appelle communément l'usage de la parallaxe, que la nature nous fait pratiquer, comme je l'ay dit, sans y penser, ayant

127. *Que les astronomes ont inventé quelque chose de semblable à cette direction mutuelle des yeux, pour juger de l'eloignement des Astres.*

placé les deux yeux chacun de leur costé comme deux observateurs, pour pouvoir determiner par leur differente observation, & par une espece de parallaxe que l'on peut appeller naturelle, la distance precise des objets qui sont éloignez.

Il y auroit encor quelques remarques à faire, & quelqu'autres choses à dire au sujet des changemens qui arrivent dans les diverses parties de l'œil artificiel, aussi bien que dans l'image des objets qui y sont representez; mais ce que l'on en a dit jusqu'icy est ce qu'il y a de principal, & les autres choses sont moins considerables, par exemple on pourroit faire remarquer qu'en agrandissant le trou qui fait comme la prunelle de cet œil, les images des objets commencent d'y paroistre plus éclairées, par ce qu'on ne le peut agrandir sans y faire un plus grand nombre de rayons. Secondement on pourroit observer que nonobstant cela elles sont moins distinctes, par ce que les nouveaux rayons qu'on y fait entrer, & qui viennent d'un mê-

me point de l'objet sont notablement plus écartez que les autres, & ne peuvent pas se rejoindre préciſément en un autre point avec eux. Troiziémement on pourroit faire voir qu'en rétreciſſant ce trou, les mêmes images pour des raſons contraires paroiſſent plus ſombres, mais qu'elles y ſont auſſi mieux marquées. Enfin on pourroit apporter quelques autres raiſons, pour faire voir qu'il n'y a proprement que quelques unes de ces images bien marquées dans cet œil, qui ſont toûjours celles qui ſe trouvent vers le milieu: mais on parlera de cela dans la troiſiéme partie de ce traité; & pour les autres choſes, ce ſera aſſez de les appliquer icy en peu de mots à l'œil naturel, en diſant qu'en effet, pour les mêmes raiſons que l'on a dites, on voit plus clairement les choſes, quand la prunelle de l'œil eſt plus ouverte, & que c'eſt pour cela que pour les mieux voir on ſe met naturellement la main ſur les yeux, & que l'on empeſche tant que l'on peut, par d'autres artifices ſemblables que la

126. *Que la prunelle ſe retrecit trop dans le grand jour & qu'on n'en voit pas ſi bien les objets.*

lumiere & le grand jour, qui rétrecit la prunelle ne donne dedans ; on l'évite tant que l'on peut, & on se procure de l'ombre afin que la prunelle ait moyen de s'y dilater autant qu'il faut : car il est a remarquer qu'elle ne le fait jamais plus qu'il n'est besoin de le faire, & que le même inconvenient qui arrive dans l'œil artificiel, quand on dilate extraordinairement le trou qui en fait la prunelle, n'est pas également à craindre dans le naturel. L'ombre ou il se trouve ne fait que luy donner la facilité de l'ouvrir, mais il a la vertu de ne le faire qu'autant qu'il est nécessaire.

Il n'est pas moins en son pouvoir de parer au defaut qui est si remarquable dans l'œil artificiel ; car comme il peut se tourner aisément de tous côtez ; encor qu'il n'y ait proprement qu'une fort petite partie de l'objet qui s'y trouve distinctement representée, & qu'il ne puisse voir parfaitement que cette partie pour les raisons, que l'on dira cy-aprés ; cependant cela ne peut pas estre ap-

pellé un défaut à son égard, puisque les six muscles qui l'environnent le peuvent tourner en un instant, vers les autres parties, qu'il n'apperçoit pas si distinctement. Mais toutes ces choses sont faciles, & il y en a beaucoup d'autres de cette nature que l'on ômet, parce qu'il n'y a rien de plus aisé que de les expliquer, aprés qu'on en a expliqué tant d'autres, avec lesquelles elles se trouveront toutes avoir du rapport & de la conformité.

127. *Quelles sont en general les causes pour lesquelles l'œil se trompe quelque fois.*

Il ne reste donc plus rien à dire dans cette seconde partie, que ce qui regarde certaines manieres de voir ou l'œil se trouve naturellement trompé, à cause de quelques corps diaphanes qui se rencontrent entre l'objet & luy, ou de quelqu'autres sortes de corps petits qui luy en renvoyent l'image, & c'est pour cela que nous avons dit au commencement de ce traité que nous prendrions de la dioptrique, & de la catoptrique, ce qui sert à expliquer ces sortes de visions, dont on ne peut se dispenser de parler dans l'op-

tique, à laquelle même elles semblent plutoſt appartenir qu'à ces deux autres ſciences, quoyqu'elles en ſuppoſent en quelque façon les principes.

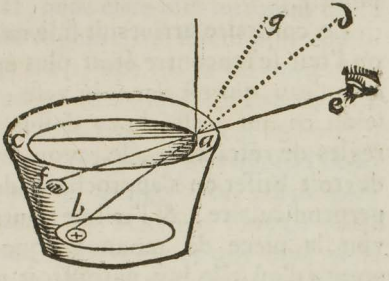
La premiere maniere de voir où l'œil ſe trouve naturellement trompé. C'eſt quand il ſe rencontre dans l'œil un autre corps diaphane, plus ou moins épois entre l'objet & luy, & que les rayons que l'objet luy renvoye paſſe à travers de ce même corps; car comme il eſt néceſſaire, ſelon ce qui a eſté dit cy-deſſus, que ces rayons que l'objet renvoye, & qui portent ſon image, ſe rompent en chemin, & que l'œil pour juger de la ſituation de l'objet, ſuit uniquement la direction des rayons qui le frapent, il devra naturellement ſe tromper dans le jugement qu'il fera de la ſituation de celuy qu'il ne voit que par des rayons rompus, par ce-qu'il n'en jugera que ſuivant la direction de ceux qui le frappent immediatement, ſuivant leſquels il verra toûjours l'objet plus haut ou plus bas, plus vers la droite ou plus

128. *Comment il arrive que l'œil ſe trompe dans le jugement qu'il fait de la ſituation de l'objet.*

vers la gauche qu'il n'eſt en éffet, & c'eſt de la qu'eſt venuë cette expérience qui ſurprend ſi fort ceux qui n'en ſçavent pas la raiſon, & ou par le moyen d'un rayon rompû on fait voir un objet que l'œil ne peut pas découvrir du lieu ou il ſe rencontre.

129. *Experience qui fait voir l'objet ou il n'eſt pas.* On met de leau dans un vaſe *abe*, par exemple au fond duquel il ya, ſi vous voulez, une piece de monnoye, marquée *b*, que l'œil ne peut découvrir, & par le moyen de cette eau au ſortir de laquelle tous les rayons qui ſont renvoyez par la piece de monnoye ſe rompent & s'éloignent de la perpendiculaire, cette même piece devient perceptible: par ce que pluſieurs des rayons qu'elle renvoye, & qui n'euſſent pû frapper l'œil ſans ſe détourner & ſe rompre, le viennent frapper aprés leur réfraction.

Par exemple on voit icy que s'il y eût eu quelque rayon qui eût dû venir frapper l'œil, c'eût eſté le rayon *ba*: mais celuy la même ne l'eût jamais fait, s'il n'eût pas eſté poſſible de le rompre. On voit qu'il



auroit eſté porté directement au point *d.* au lieu qu'après la réfraction qu'il ſouffre en ſortant de la ſuperficie de l'eau *a c*, il eſt tellement détourné, qu'il peut entrer dans l'œil, & y porter avec ſes ſemblables l'image de la piece de monnoye.

Au reſte on peut facilement concevoir que l'œil ſe doit tromper pour lors dans le jugement qu'il fait du lieu, & de la ſituation de ſon objet, par ce qu'il ne peut en juger que ſuivant la direction des rayons *a e*, qui le frape immediatement, & qui doit luy faire paroiſtre la piece de monnoye beaucoup plus haute qu'elle n'eſt, comme il paroiſt par la fi-

gure ou cette piece luy paroit au point *f*.

Le contraire arriveroit si le milieu ou l'œil se rencontre étoit plus épais que l'eau qui est dans le vase ; car selon ce qui a esté dit cy dessus des régles de réfraction, le rayon *b a* se devroit briser en s'approchant de la perpendiculaire, & l'œil ne pourroit voir la piece de monnoye que du point *g* d'où elle luy paroistroit plus bas qu'elle n'est. On dit cependant communément que la réfraction nous fait paroistre les objets plus élevez, & en matiere d'astronomie que la parallaxe nous fait voir les astres plus bas qu'ils ne sont, au lieu que la réfraction nous les releve, par ce que nostre œil est toujours dans l'air, & que nous ne voyons les Astres qu'à travers de la moyenne Region, & les autres objets que dans des milieux qui sont toujour plus épais que l'air. On dit aussi que l'on peut voir le Soleil par exemple plus ou moins de temps avant qu'il se leve ou aprés qu'il s'est couché, par ce que l'athmosphere qui est la region

170. *Pourquoy les Astres nous paroissent toujours plus hauts qu'ils ne sont.*

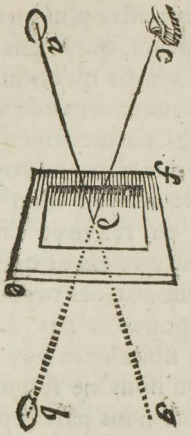
des vapeurs, dont nous venons de parler, peut-estre plus ou moins chargée de vapeurs, qui soient plus épaisses en un temps qu'en un autre.

131. *Seconde maniere dont l'œil se peut tromper dans le jugement de la situation de l'objet.*

La seconde maniere de voir ou l'œil se trouve naturellement trompé ; c'est lors que nous ne voyons l'objet que par le moyen d'un corps poly qui nous en renvoye l'image : car comme il arrive encor que nous ne le voyons que par des rayons rompus, nous ne pouvons pas le voir ou il est, ainsi nous nous voyons dans un miroir, ou nous ne sommes pas, & l'objet *a* ne nous paroît pas en *a*, où il est, mais en *b* ou il n'est pas ; par ce que nous ne le voyons que suivant la direction du rayon *cd* que le corps poli *ef* nous renvoye.

132. *En quel lieu on pense voir l'objet quand on le voit par réflexion.*

Je dis que nous le voyons en *b* qui est un point autant éloigné du corps poli, que le point où est l'objet, par ce que ce corps ne change rien dans les rayons qui nous en apportent l'image, que la seule détermination qu'ils avoient d'aller vers *g*. Ainsi l'espéce de l'objet doit estre peinte dans nos yeux par ces

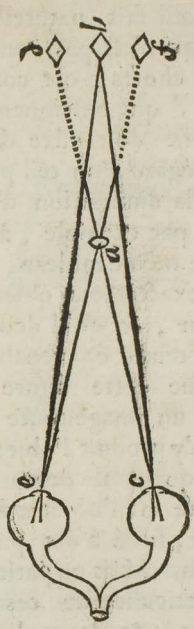


mêmes rayons comme s'ils n'estoient point rompus ; c'est a dire qu'elle doit estre de la même maniere, que si elle venoit d'un objet aussi éloigné de l'œil qu'est le point *b*. Il doit donc voir l'objet *a* au point *b* comme l'on a dit, & dans la figure précédente la piéce de monnoye *b* au point *f*, aussi éloignée d'*a* qu'est le point *b* d'où les rayons proviennent.

Les tableaux & les perspectives nous trompent pour la même raison

& c'eſt une troiſiéme maniere de voir ou l'œil fait naturellement un jugement qui n'eſt pas conforme à la verité des choſes, car comme il y a des regles, qui enſeignent préciſément qu'elle doit eſtre dans le tableau, à l'égard d'un œil placé à diſcretion, la diminution d'une figure qui ſeroit par exemple, à dix pieds au dela du même tableau, ſi le peintre ſçait exactement obſerver cette diminution, & qu'il donne à ſa figure une teinte convenable, il eſt évident que cette figure produira dans l'œil un imagé toute ſemblable à celle qu'y produit l'objet même, & par conſequent il devra juger que cette figure eſt l'objet même qu'elle repreſente, ſitué à dix pieds au dela du tableau. Mais on parlera dans un traité particulier de ces ſortes de tromperies, & des regles qu'il faut obſerver dans les perſpectives, & l'on eſpere que l'on donnera dans ce traité des facilitez, & que l'on y fera des obſervations ſur la peinture qui ſerviront extrémement aux habiles peintres pour ſe perfectionner dans leur art.

133. *Comme l'œil peut eſtre trompé par artifice dans les tableaux ou les regles de la perſpective ſont obſervées.*



134. *Autre tromperie de l'œil, & comme il peut quelquefois voir le même objet en deux différens endroits.*

Il y a une quatriéme & derniere tromperie de l'œil qu'il faut encor expliquer, & dont il faut rendre raison. C'eſt qu'il arrive que l'on voit quelquefois un objet double, & en deux lieux différens : car par exem-

ple s'il y a un objet en *a* sur lequel nous arrestions les yeux, & que nous fassions quelque attention a un autre objet qui est derriere en *b* dont l'Image se trouve peinte dans nos yeux ; il est constant que cet objet nous paroîtra double, & nous allons voir que la raison de cette derniere tromperie confirme admirablement ce que nous avons dit cy dessus, que c'estoit par la seule direction des deux yeux que nous estions déterminez à juger du lieu & de la situation des objets ; car enfin on ne peut apporter aucune autre raison de cette derniere expérience, qui ait du moins quelque probabilité, sinon que l'œil juge tousiours que l'objet est au lieu vers lequel il est tourné, & que les deux yeux estant icy tournez vers l'objet *a* l'œil *c* doit juger qu'il est en *d* & l'œil *e* qu'il est en *f* ce qui fait que cét objet paroît double, & en deux differents endroits.

Et comme il peut quelquefois voir le mesme objet en deux differents endroits.

Je sçay qu'il s'est trouvé des Auteurs qui ont fait des Hypotheses extraordinaires pour expliquer cette double apparition des objets en ima-

135. *Quelques-uns ont eu recours à des hypotheses extraordinaires pour expliquer cette tromperie de l'œil.*

ginant une infinité de petits filaments du nerf Optique, rangez d'une certaine maniere dans un œil & d'une autre certaine maniere dans l'autre, en sorte neantmoins que chacun d'eux correspondit à un autre, & que chaque couple de ces fibres qu'ils appellent sympathiques s'allat reünir à un seul point dans l'interieur du cerveau. Mais outre que c'est deviner que dire toutes ces choses; on voit qu'il n'est pas necessaire de tous ces mysteres pour rendre raison de cette experience, qui n'est pas favorable à la plus-part des autres Autheurs, qui pretendent sans rien dire autre chose, que l'œil est determiné a voir par les rayons de lumiere de la même façon que la main, par exemple, est determinée a sentir par le moyen d'un bâton, & qui considerent pour cela les rayons de lumiere comme autant de petites verges qui viennent frapper cét organe & y produire du sentiment, cette expérience dis-je ne leur est pas favorable, autrement il faudroit nier que l'objet y put jamais paroistre double, puisque le rayon où la verge

136. *Que Monsieur Descartes n'explique pas assez en quoy consiste le sentiment que nous avons du lieu de l'objet.*

b c qui vient frapper l'œil *c* ne peut pas selon leur principe, qu'elle ne luy faſſe voir l'objet en *b*, comme la verge où le rayon *b c* ne peut pas qu'il ne luy faſſe voir le meſme objet au point *b*. Il faut donc dire que ce n'eſt pas ſimplement la direction du rayon qui nous fait avoir le ſentimẽt de l'objet: mais que c'eſt cette meſme direction jointe à l'application de l'œil à la ſuivre, ce qu'il fait quand il s'y conforme, & qu'il ſe dirige luy meſme vers l'objet de la maniere que le rayon le demande. Quand il ſe rencontre donc que les yeux reçoivent des rayons de quelque objet, lors qu'ils ſe trouvent dirigez vers un autre, la direction de l'œil eſtant autre que celle que demanderoient ces rayons, & le frappant d'ailleurs ſuffiſamment pour luy rendre l'objet d'ou ils viennent ſenſible, il ne faut pas eſtre ſurpris ſi les yeux ioignants pour lors, comme ils le font touſiours naturellement, ces deux choſes enſemble le ſentiment de cét objet, avec une direction qui les porte vers un autre, ils ne jugent que cét objet eſt en deux lieux differens,

137. *Et qu'il faut dire quelque choſe de plus qu'il ne dit.*

138. *Qu'elle eſt la raiſon de la derniere tromperie de l'œil.*

& dans la direction des rayons qui les portent vers l'autre.

139. *Comment on voit l'objet en plusieurs lieux differens.*

Quelque fois le même objet nous paroît en plusieurs, & non pas seulement en deux lieux différens, mais cela se fait par une autre raison, & par ce que l'on met si prés de l'œil un verre qui a diverses faces, & que l'on appelle pour cela communément un verre à facetes, que les rayons qui viennent de l'objet, & qui tombent sur les diverses faces de ce verre en sont renvoyez en différens endrois sur la rétine, où ils produisent à même temps plusieurs images du même objet, & où par conséquent ils déterminent l'œil à le voir en autant de différens endrois qu'il y a de faces dans le verre. Quelquefois ces images que l'objet produit sont tellement proche les unes des autres, que l'objet en paroît, ou beaucoup plus grand, ou d'une toute autre figure, par exemple nous jugeons qu'un Totum qui tourne bien vite est taillé, non pas en quarré, comme il est, mais en cilindre, & par conséquent beaucoup plus gros; tout de même

140. *Quelques autres tromperies de l'œil dont on apporte la raison.*

même une corde bien tenduë, & qui eſt dans le mouvement aprés qu'on la pincée paroit avoir de la largeur, un eſtincelle nous paroit comme un filet de feu, & un tiſon allumé que l'on remuë avec beaucoup de viteſſe, nous fait paroitre dans l'œil comme des rubans de feu diverſement entrelaſſez, ſuivant les differens mouvemens qu'on luy donne. Tout cela vient de ce que le mouvement que l'on donne à ces corps, ou qu'ils ont d'eux même eſt ſi prompt que les fibres du nerf optique qui ont d'abord receu leur image, & en ont eſté remuées, ne ſont pas encore reſtablies & en repos, lorſque leurs voiſines reçoivent la même image & le même mouvement, ainſi les images de ces objets ſe joignans pluſieurs enſemble dans l'œil, il ne ſe peut pas faire qu'il ne ſoit déterminé à les voir, ou d'une autre figure, ou plus gros qu'ils ne ſont comme il eſt aiſé de le concevoir.

Au reſte, comme c'eſt à peu prés la même choſe que l'objet même ſe

remue bien vite, ou que le milieu par ou passent les rayons qui nous apportent son image soit dans quelque sorte d'agitation; quelques uns disent que la cause pour laquelle les planettes nous paroissent d'autant plus grandes qu'elles sont proches de l'horizon, & que la cause aussi pour laquelle elles brillent pour lors comme les étoiles, vient de l'agitation & du tremblement des vapeurs à travers desquelles nous les voyons, & cela est assez probable: car cette agitation se faisant de bas en haut, & de haut en bas; quand les Astres sont proches de l'horizon, leurs rayons qui passent par ces vapeurs tremblantes, ne peuvent pas qu'ils ne touchent presque en même temps un plus grand nombre des fibres de la retine qu'ils n'en peuvent toucher, quand ces astres sont plus élevez, & que ce tremblement des vapeurs ne peut plus avoir le même effet, à proportion, qu'il a quand ils sont plus bas. Ils cessent aussi de briller sitost qu'ils sont un peu élevez, &

141. *Raison probable de la grandeur apparente des astres, & pourquoy quelques uns brillẽt estant proches de l'horison.*

c'est pour cela que l'on croit que les étoiles doivent tourner fort vîte autour de leurs centres ; par ce qu'elles ne cessent jamais de briller.

142. *Que ce sentiment ne peut venir de la prunelle non plus que de l'erreur de l'estimative.*

Quoyqu'il en soit de cette raison, de la grandeur apparente des astres, il est asseuré qu'elle ne doit estre attribuée qu'à la disposition du milieu par où passent leurs rayons, & que les plus habiles Astronomes, *Riccioli & Grimaldi tom. 1. de l'Almag. p. 644.* ont remarqué que le sentiment que nous en avons ne peut estre causé par la dilatation de la prunelle, non plus que par l'erreur de l'estimative, autrement le diametre apparent des astres, estant pris avec un instrument qui marqueroit par le moyen d'une regle mobile la distance d'un de ses bords à l'autre ; ce diametre ne devroit pas occuper un plus grand espace sur cet instrument quand l'astre seroit vers l'horizon, que quand il en seroit éloigné cependant l'experience montre que lorsqu'il en est éloigné, son diametre n'y occupe pas un si grand espace.

Mais outre cela on voit que quoyque l'on puisse faire pour se dilater la prunelle, comme on le peut faire fort aisément, les objets ny les astres n'en paroissent pas sensiblement plus grands ; & ce n'est pas une chose que l'on puisse persuader aisément, que l'estimative en voyant le Soleil sur l'horison, & beaucoup d'objets entre deux qui luy font paroistre son éloignement ; juge qu'il est d'autant plus grand qu'il luy paroit plus éloigné, quoyqu'en effet le sentiment qu'y produit pour lors cet astre, ne soit pas different de celuy qu'il y produit à midy, cela dis-je est malaisé à croire, & pour étre convaincu du contraire, il n'y a qu'à regarder le Soleil par une fenestre, voir les objets qui sont entre deux, ce qui est une marque infaillible qu'il faut que le sentiment que nous en avons soit tout autre qu'à midy, & qu'il ne peut venir, comme l'on a dit, que de la disposition du milieu : mais tous ceux qui ont traité de ces matieres ne sont pas d'accord que pour expliquer cette apparence, il

147. *Et qu'il doit venir de la disposition du milieu.*

suffise de dire que ce milieu est tremblotant : il y en a qui font une autre hypothese qui n'est pas improbable, car le Soleil attirant continuellement les vapeurs à soy, & l'horizon s'en trouvant extraordinairemẽt plus chargé vers le soir. Ils pretendent premierement que les vapeurs qui sont sur l'horizon vers le Soleil, y sont non seulement en plus grande abondance, mais beaucoup plus élevées qu'en aucun autre endroit, & qu'ainsi leur surface exterieure doit estre plus convexe que l'interieure, car ils veulent, en second lieu, qu'entre ces vapeurs & nous, il y ait un air plus pur, & cela supposé ils expliquent aisément comment elles peuvent nous grossir le Soleil ou la Lune, car les rayons de ces astres aprés s'y estre rompus en s'approchant de la perpendiculaire en y entrant, doivent selon les regles de la réfraction, se rompre une seconde fois quand ils en sortent en s'éloignant de la même perpendiculaire, ce qui ne se peut faire qu'ils ne nous paroissent beaucoup plus grands qu'ils ne se-

144. *Qu'elle doit estre cette disposition du milieu.*

roient ſans cela, comme on le conçoit aſſez & comme on le concevra encor mieux dans le troiſiéme livre, où nous allons parler de la figure des verres qui groſſiſſent les objets, & qui ont rapport, comme on le verra avec la figure que ces Autheurs donnent aux vapeurs de l'athmoſphere.

145. *Pourquoy le Soleil paroît quelquefois en ovale.*

Il faut remarquer que le Soleil nous paroît quelquefois en ovale, ou elliptique lorſque l'horiſon ſe trouve ainſi chargé de vapeurs; par ce que le cône de ſes rayons qui aboutit à nos yeux, eſt coupé fort obliquement par la ſurface de ces mêmes vapeurs. Mais il n'y a que les Geometres qui puiſſent bien entendre comment cela ſe fait, & ceux qui le ſont le concevront aiſément dans le traité de la perſpective, où l'on parlera expreſſément de la ſituation des cônes que font les rayons de lumiere, par le plan, où l'on ſuppoſe qu'ils doivent laiſſer les veſtiges de l'objet.

Il y a encor une choſe que je veux expliquer icy, dont on ne verroit peut eſtre pas ſi facilement la raiſon, quoy qu'on l'ait déja touchée en par-

lant des animaux qui voyent de nuit. Il arrive donc quelque fois, par exemple, quand on doit avoir la migraine, que l'on voit ou que l'on croit voir comme des petites étoilles, où comme de petits anneaux plus éclairez que les parties de l'air qui passent devant les yeux, & qui se perdent par aprés insensiblement & s'évanouïssent. Cela vient des esprits qui commencent pour lors à s'échauffer & à s'allumer dans les concavités du cerveau, où quelques-uns mesme qui ont pris feu, le communiquent à ceux qu'ils rencontrent entre les fibres du nerf optique qui prennent feu comme les autres, & qui s'allumant comme une petite traisnée de pouldre, communiquent encor leur embrazement à quelques uns de ceux qui sont engagez entre les mesmes fibres dans la retine, & qui sont si disposez à cela dans ces parties où ils sont en fort grãd nombre & tres-subtils, qu'on ne sçauroit les presser ny les agiter le moins du monde qu'ils ne s'embrazent, comme il arrive lors que l'on se frappe les yeux par mégar-

146. *Comment on peut voir des feux & des lumieres quand on doit avoir la migraine, ou quand on reçoit quelque coup dans les yeux.*

de, où qne l'on y reçoit qu'elque coup, car pour lors on voit comme un grand jour & comme une flamme qui se répand de tous costez qui enveloppe tout l'œil, & qui n'est en effet que la flamme innocente que produit l'embrazement des esprits.

C'est a peu près pour la même raison que quelques uns ont veu quelques-fois, en se reveillant, des objets de differente nature & des armées même toutes entieres devant eux, comme il est arrivé à Cardan, car les éſprits se trouvant réparez par la circulation & par le sommeil, & se trouvant à même temps en trop grande abondance dans le cerveau de ces personnes qui sont d'ailleurs d'un temperamment atrabilaire & chaud, comme estoit probablement celuy de Cardan, ils s'y allument facilement, & sortant en abondance par les nerfs optiques, qui sont à proportion de la partie qu'ils ont à remuer les plus gros qui soient dans le corps, ils passent jusques dans les yeux & y remuënt les fibres qu'ils trouvent les plus disposez à recevoir leur impres-

147. *Comment on peut voir des objets où il n'y en a point.*

sion, comme sont celles qui ont esté réçemment remués pendant le sommeil & dans le songe : car il est a remarquer que les personnes de ce temperamment apres le premier sommeil songent beaucoup, & qu'ils n'ont pas dormy long temps que les esprits se trouvent en abondance dans leur cerveau & fort enflammez, en sorte qu'ils remuënt les fibres de l'imagination qu'ils trouvent plus disposées à estre ébranlées, & qu'ainsi ils y recueillent quantité d'idées conformes à leur temperamment & à leur inclination ; ce qui ne se fait jamais comme je le crois tres probablement, que l'embrazement de ses esprits ne se communique tout le long des fibres qu'ils remuënt dans l'imagination, jusqu'a celles qui leur correspondent dans la retine ; où par conséquent ils produisent une veritable vision des objets dont les idées ont esté d'abord excitées dans l'imagination même ; & c'est de là sans doute qu'on croit voir distinctement ce que l'on songe. Comme donc les personnes dont nous parlons se reveillent apres avoir veû

148. *Comment on croit voir ce que l'on songe.*

bien des choſes en ſonge, il ne faut pas s'étonner ſi par l'agitation des eſprits, qui ſont pour lors en feu & en tres grande abondance, les meſmes choſes qu'ils ont veu en ſonge leur paroiſſent encor à leur reveil, où s'ils en voyent quelques autres auſqu'elles ils ſont pour lors déterminez à penſer. Et l'on ne peut pas dire que ces eſprits ne peuvent donner les couleurs néceſſaires aux images des objets qu'ils réveillent dans les yeux, car ils ſont lumineux, & d'ailleurs ils remuent les fibres de la retine de la maniere qu'ils les trouvent diſpoſez à ſe mouvoir, & dõt elles ont eſté remuées auparavant par les objets, ce qui eſt ſuffiſant pour faire que ces images s'y trouvent peintes avec les couleurs néceſſaires, comme on le voit aſſez par ce qui à eſté dit des couleurs au commencement de ce livre. On ne doit pas auſſi trouver étrange que l'on diſe que ces meſmes eſprits prennent feu, & qu'ils s'embrazent dans le cerveau & dans les yeux; on ne le dit qu'apres des Auteurs conſiderables, & la ſeule authorité de Willis qui eſt ſans con-

tredit un des plus grands & des plus sçavans hommes de ce siecle, semble estre capable d'appuyer ce sentiment: outre qu'on ne peut pas douter que les esprits dont nous parlons ne soient ce qu'il y a de plus subtil dans le sang, & qu'ils ne soient l'esprit même du sang rectifié, puisqu'ils sont l'extrait du sang arterial qui est beaucoup plus pur que celuy qui est contenu dans les veines, comme il est donc aisé de mettre le feu à l'esprit de Vin rectifié, par exemple, & que ces sortes de substances subtiles s'embrazent tres-facilement; on doit dire la mesme chose des esprits qui sont dans le cerveau, qui sont peut-estre encor plus subtils & plus faciles à embrazer que les autres: ie ne crois pas à la verité qu'ils soient tousjours en feu comme Willis le pretend, si ce n'est peut-estre dans le cerveau d'un Febricitant ou d'un Fou, mais quelques-uns deux qui sont les plus subtils s'enflamment quelques-fois, & si ç'en estoit icy le lieu on en remarqueroit aisément & le temps & les circonstances.

149. *Que les esprits peuvents embrazer & prendre feu.*

L'OPTIQUE.

Des Moyens d'aider & de perfectionner la veuë.

LIVRE TROISIE'ME.

TOUT ce que l'on a dit dans le livre precedent de la maniere dont se fait la vision, se passe de la sorte à l'égard de ceux qui ont les yeux bien disposez, & capable de tous les changemens que demandent les objets pour estre veu distinctement dans le lieu où ils sont, selon toutes les circonstances de leur éloignement, de leur grandeur & de leur situation; mais il y a des personnes qui bien loin de pouvoir juger de ces circonstances, ne peuvent pas même voir distinctement

la plûpart des choſes qui ſe preſentent à leur veuë : ils l'ont ou trop courte ou trop foible, & leur criſtalin ſe trouve tellement gonflé par labondance de l'humeur qui en éſtend les membranes, ou tellement deſeché par la chaleur du temperament, ou par l'alteration que l'âge y a produit, & par la diminution de l'humide radical, comme diſent les Medecins, qu'ils ne peuvent plus luy faire changer de figure.

1. *Les défauts de la veuë.*

Les yeux même qui ſont les meilleurs & mieux diſpoſez, n'ont pas le pouvoir de s'accommoder indifferemment à toutes ſortes d'objets ; on les peut tellement éloigner qu'ils ſoient hors de portée, & qu'ils les perdent entierement de veuë ; on peut auſſi tellement en approcher d'autres qu'ils n'en diſtinguent plus les parties. Il eſt vray qu'on ne peut pas dire que cette impuiſſance qui ſe rencontre dans tous les hommes ſoit un veritable défaut : mais d'un autre côté auſſi on ne peut pas nier que les yeux qui auroient cet avantage que de pouvoir s'accommoder à toutes ſor-

2. *L'impuiſſance de la veuë.*

tes d'objets, ne fussent dans un degré de perfection plus excellent, que ne sont pas les yeux du commun, & disposez à l'ordinaire.

3. *Il y a des remedes naturels pour corriger les défauts de la veuë.*

Pour ce qui est des défauts de la veuë quand elle est ou trop courte ou trop foible, les oculistes peuvent quelque fois les corriger; & si l'eau d'une fontaine renfermée dans le parcq de Maincy, a pû de nos jours faire quitter les lunettes à un homme fort âgé qui étoit. Curé de cette Paroisse, & luy ramollir le crystalin, il semble qu'on ne peut pas douter qu'il ne se puisse trouver des remedes, qui ayent la vertu de le desecher: mais pour ce qui est de perfectionner la veuë au point que nous avons dit, c'est à quoy on ne peut pas prétendre; & tous les oculistes du monde y épuiseroient inutilement tous leurs secrets; il n'y a que l'Optique qui puisse faire l'un & l'autre.

4. *L'Optique seule peut perfectionner le veuë & ayder son impuissance par des instrumens.*

Elle n'applique point de remedes comme les Oculistes, mais elle à la lumiere, & les images des choses en son pouvoir, pour en faire ce qu'elle veut, par le moyen de differens ver-

res taillez de différente maniere, dont nous expliquerons en particulier toutes les proprietés dans la suite de ce traité, où nous ferons voir en quoy consiste la perfection des machines que cette science à nouvellement inventé, & qui sont si utiles pour l'usage commun, & pour la perfection des autres sciences, particuliérement de la physique & de l'Astronomie, où l'on a fait tant de si belles & si avantageuses découvertes depuis qu'elles sont en usage, que l'on peut dire, qu'elles n'ont pas plus servy à perfectionner la veuë du corps que celle de l'esprit même, & qu'elles ont été la source d'une infinité de Belles & de sçavantes découvertes, qui mettront à jamais nostre siecle au dessus des atteintes de la calomnie de ceux, qui pensent avoir mis leur insuffisance à couvert, quand ils ont tâché à décrier, sous pretexte de nouveauté, ce que des esprits d'un autre ordre que le leur ont trouvé de plus utile & de plus curieux dans les plus belles sciences.

5. *Leur utilité dans les autres sciences.*

Au reste on a joint ce traité à celuy

de l'Optique, & l'on a voulu qu'il en fit le troisiéme Livre, parce que comme on n'a eû dessein d'y traitter que des moyens qui peuvent aider, & perfectionner la vision, & que la Dioptrique, où l'on traitte ordinairement ce sujet, comprend encor beaucoup d'autres choses ; on n'a pas jugé à propos de luy en donner le nom, au contraire on a crû que cette matiere, de la maniere dont on a entrepris d'en écrire, appartient plutost à l'Optique, & qu'elle en fait veritablement une partie.

6. *Dessein de ce traité.*

Voicy une observation d'importance, qui servira beaucoup dans la suite, & qui nous fera connoistre précisément en quoy consistent les défauts de la veûë dont nous avons parlé ; & pourquoy ceux qui ont les yeux bien disposez, ne peuvent cependant pas voir distinctement les objets qui sont trop prés, non plus que ceux qui sont trop éloignez. On en a dit quelque chose en general dans le Livre precedent ; mais on s'est réservé d'en expliquer icy la raison en particulier, afin que comme

on ne doit parler dans ce traitté que des choſes qui peuvent perfectionner la veûë, où ſervir de remede à ſes défauts, on puiſſe d'autant plus parfaitement juger de la bonté de ces remedes que l'on aura une plus parfaitte connoiſſance du mal. Cette obſervation donnera auſſi lieu d'expliquer toutes les proprietez des verres; & d'établir tout naturellement tous les principes dont nous avons beſoin pour donner & la connoiſſance du mal que nous avons dit, & celle des remedes qui peuvent les guerir.

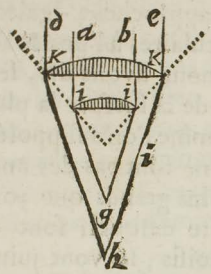
Je dis donc ſelon ce qui a eſté expliqué au 5. ch. du Livre précédent, qu'en ſuppoſant un objet également éloigné de deux verres de differente convexité, celuy qui eſt le plus convexe doit raſſembler les rayons paralleles, ou qui viennent d'un même point, à une moindre diſtance que celuy dont la ſurface à moins de convexité. L'experience y eſt toute entiere; un verre plus convexe raſſemble les rayons du Soleil, & à ſon foyer plus prés de ſoy qu'un autre qui ne l'eſt pas tant: mais il n'eſt pas ſi aiſé d'en faire conce-

voir bien nettement la raison, qu'il est cependant nécessaire de pénetrer icy avant toutes choses. Voicy ce me semble une assez bonne maniere de les expliquer, & qui doit d'autant moins déplaire aux Geometres que sans luy rien ôter de la force d'une vraye démonstration, qui est de leur ressort, on à fait en sorte qu'elle peut estre entenduë de tout le monde.

7. *Proprietés des verres cõvexes.*

On suppose que les rayons qui ne font pas des angles d'incidence avec les perpendiculaires des surfaces sur lesqu'elles ils tombent plus grands que 30. degrez, se reüniſſent assez préciſément au même point, comme on le fera voir en son lieu; puis on choisit deux de ces rayons sur la surface du verre le plus convexe comme Les rayons *i a*, *i b*, qui fassent avec les perpendiculaires à cette surface des angles d'incidence égaux à ceux que font avec lesperpendiculaires, à l'autre surface moins convexe deux autres rayons que l'on choisit aussi sur cette autre surface, & qui sont icy les rayons *k d*, *k e*, cela fait on raisonne de la sorte. La mesme ré-

8. *Que les plus cõvexes rassemblent les rayons paralleles à une moindre distance.*



fraction eſt deüe aux rayons qui ſont également inclinez, & qui font des angles d'incidence égaux avec les perpendiculaires des ſurfaces ſur leſqu'elles ils tombent : c'eſt à dire qu'ils ſe doivent approcher également de ces meſmes perpẽdiculaires aprés leur réfraction ; or eſt il que les perpendiculaires du verre qui a la ſurface la plus convexe ſont tirées d'un point plus proche de ce verre, que ce meſme point n'eſt proche de l'autre (car les points dont les perpendiculaires à ces ſurfaces ſont tirées ſont leur centre, comme on l'a dit au Livre précédent, & le centre d'un petit cercle en eſt plus proche, qu'il n'eſt d'un grand) donc les rayons qui aprés leur ré-

fraction approchent également des perpendiculaires à l'une & l'autre surface que nous avons dit, se joignent plus prés de la surface la plus convexe ; & comme l'on a supposé que tous ceux qui ne font pas des angles d'incidence plus grands que 30. degrez, du nombre desquels sont ceux que l'on a choisis, se vont joindre assez précisément dans le mesme point ; il faut nécessairement dire que tous les rayons de cette nature se vont rejoindre plus prés du verre le plus convexe, qu'ils ne font de celuy qui a moins de convexité ; c'est à dire que les uns ont, par exemple, leur concours en *g*, & que les autres ne l'ont qu'en *h* que l'on montrera par aprés estre leur veritable foyer, distant de leurs surfaces de la longueur d'un de leur Diametre.

9 *On peut dire à peu prés la mesme chose des verres qui ont le plus de concavité.*

On peut dire à proportion qu'elque chose de semblable des verres concave, & commencer icy à établir les principes que l'on a dit, en faisant remarquer les proprietez de ces autres verres ; car quoy qu'ils doivent avoir un effet tout contraire aux con-

vexes à l'égard des rayons paralleles dont nous venons de parler, & qu'ils doivent les écarter les uns des autres, au lieu de les rassembler, on peut neanmoins concevoir que ces rayons écartéz comme *a e* : *b d* sont disposez comme s'ils venoient du point *c*, ou comme s'il alloient se reunir au point *c*



que l'on peut par conséquent appeller comme leur foyer virtuel. Ensuite de quoy on peut faire cette regle generale qui exprime la proprieté des uns & des autres verres, & dire universellement, *que les rayons paralleles ont leur concours d'autant plus prés des verres qui les rompent, que ces verres sont plus convexes ou plus concaves.*

10. *Regle generale du concours des rayons paralleles.*

Que si les rayons qui tombent sur ces verres n'estoient point du moins sensiblement paralleles, & s'ils venoient en s'écartant comme



II. *Seconde regle, de l'écartement des rayons non paralleles.*

ceux qui viennent du foyer, *c* ou d'une pareille distance à celle de ce foyer ; on voit sans autre démonstration qu'ils devroient sortir paralleles des verres tant convexes que concaves, & qu'au contraire ils s'écarteroient les uns des autres, si les verres étoient convexes des deux côtez, ou concaves des deux côtez. On ne dit pas icy combien ils s'écarteroient, & on ne peut pas le dire précisément sans le secours de la Geometrie ; mais on le dira en son lieu, & l'on fera voir qu'ils s'écarteroient en sorte qu'en les produisant ils iroient se joindre à peu prez à la distance d'un demi-diametre ; c'est à dire en *d*.

Si ces rayons au contraire étoient

tellement disposez, qu'ils eussent déja commencé à se raprocher les uns des autres avant de tomber sur ces verres, on doit conclure de ce qui vient d'estre dit, que les verres convexes les obligeroient de concourir plus prés que leurs diametres, & à une distance de leur surface d'autant moins grande; que ces rayons seroient plus enclinez sur elles. On voit aussi que ce concours se feroit beaucoup plûtôt s'ils étoient convexes de deux côtez; & pour ce qui est des verres concaves, il paroît qu'ils les rendroient pour lors comme paralléles, ou s'ils étoient concaves des deux côtez, qu'ils en sortiroient d'autant plus écartez qu'ils auroient esté plus sensiblement paralléles en tombant dessus. Et au contraire il est aisé de juger delà ce qui doit arriver aux rayons aprés qu'ils ont traversé ces mêmes verres, car comme ces rayons sont ceux qui viennent de divers points des objets, & qu'ils ne passent pas les verres qu'aprés s'être croisez dessus; on doit conclure nécessairement de ce qui a été dit;

12. *Troisiéme regle pour les rayons qui ont déja commencé à se rapprocher les uns des autres avant d'entrer dans les verres.*

13. *Quatriéme regle qui regarde les rayons divergens.*

premiérement, qu'ils doivent aprés en eſtre ſortis s'écarter les uns des autres ; par ce qu'ils ſe croiſent fort prés de la ſurface des autres, ſecondement on doit juger qu'en ſe croiſant ſi prés qu'ils font des convexes. Ils ne peuvent jamais eſtre rendus paralléles, mais qu'ils en ſortent cependant d'autant moins divergens que leur incidence eſt moins oblique, & qu'ils ſe croiſent plus loin de ces verres ; ce qui arrive lors que l'objet en eſt plus éloigné.

Troiſiémement on peut remarquer que lors que l'objet eſt à une pareille diſtance de deux verres de différente convexité, ils ſe doivent trouver plus écartez les uns des autres, tout au tour du foyer de celuy qui a moins de convexité, par ce qu'il les raſſemble à une plus grande diſtance de ſa ſurface, comme on l'a prouvé dabord, & qu'ils vont toûjours en s'écartant juſque à cette diſtance ; de la vient que comme c'eſt en ce lieu où les verres convexes ſont capables de faire paroître l'image de l'objet, les verres, qui ont une moindre

dre convexité, la font toûjours paroître plus grande que les autres.

Car il faut remarquer que les verres faiſant à peu prés à l'égard des rayons qui viennent des points d'acôté, ce qu'ils font à l'égard de ceux qui viennent du point du milieu; ils les raſſemblent plus ou moins prés d'eux, ou même qu'il ne les raſſemblẽt point du tout, ſelon que l'objet eſt plus ou moins proche, en deça, ou au dela de leur foyer. Secondement, que comme ils les doivent toûjours ſeparer les uns des autres, par ce qu'ils ne peuvent traverſer les verres qu'en ſe croiſant, ils les ſeparent d'autant plus que l'objet en eſt proche; par ce que l'on conçoit aiſément que d'autant plus que l'objet eſt proche, d'autant plutôt ces rayons ſont obligez de ſe croiſer; ainſi on doit obſerver en troſiéme lieu, une certaine conformité qui ſe rencontre entre les rayons paralleles & les divergens, en ce que les divergens ſont d'autant plus écartez, que les paralleles le ſont, & qu'ils ont leur concours plus loin; par ce que pour lors l'objet eſt plus

prés ; & qu'au contraire ils le sont d'autant moins que les paralleles le sont moins aussi, & qu'ils ont leur concours plus prés ; par ce que pour lors l'objet est plus loin.

Toutes ces choses suivent naturellement des principes des réfractions, & de la premiere observation que l'on a faite ; & peut estre que l'on sera surpris de voir que l'on ait expliqué toutes les proprietez des verres avec tant de facilité : mais on a dessein de rendre ce traité utile à tout le monde, & prenant occasion d'expliquer toutes les proprietez des verres, qu'on doit necessairement connoistre, pour voir comme ils peuvent être utiles à perfectionner la veuë, & à en corriger les défauts ; on a été bien aise de faire voir en même temps, qu'on n'est pas toujours obligé d'attacher icy ses idées à des lettres & à des lignes, & qu'il n'est pas impossible aux Geometres de s'énoncer en toutes choses independemment des figures. Je ne parleray qu'à eux quand je demontreray toutes les proprietez des verres,

14. *Qu'on évite icy les figures, afin de se rendre intelligible à tout le monde.*

aussi préciſément qu'on le peut faire ; & ils doivent me permettre icy de parler aussi aux autres, & de leur donner toute la connoiſſance qu'ils peuvent avoir dans cette ſcience indépendemment de la Geometrie.

J'ay dit qu'on ne devoit avoir égard dans ce traité qu'aux ſeuls rayons, qui ne font point des angles d'incidence de plus de 30. degrez avec les perpendiculaires aux ſurfaces des verres, ſur leſquels ils tombent ; par ce qu'il n'y a que ceux-là qui puiſſent ſe reunir ſenſiblement au même point ; les autres qui font des angles d'incidence de plus de 30. degrez, ſe diſperſent aprés leur réfraction, comme il a été dit au 5. chap. du livre précédent ; par ce que aprés trente degrez, les angles de réfraction ne gardent plus ſenſiblement la même proportion : il n'eſt donc pas queſtion icy de ces rayons, & ce n'eſt point de ceux la que l'on doit entendre ce qui a été dit ; mais ſeulement des autres ; par ce qu'il n'eſt queſtion icy que de la proprieté qu'ont les verres, de raſſembler

15. *Que les verres ne raſſemblent pas tous les rayons qui viennent d'un même point.*

les rayons à une certaine distance, & tout ce que l'on dira d'oresnavant, qui supposera cette proprieté, ne supposera jamais aussi que des verres de la grandeur qu'il faut, & à l'égard desquels l'objet ne soit pas disposé autrement qu'il ne faut, pour faire que les rayons paralleles qui en viennent ne fassent pas des angles d'incidence de plus de 30. degrez avec les perpendiculaires à leurs surfaces : mais que cela soit dit une fois pour toutes.

Suivant ce que l'on a remarqué de la proprieté des verres d'inégale convexité, voicy une autre observation d'importance, qui est establie sur les mêmes principes que la premiere, & qui ne sera point d'une moindre utilité, pour faire entendre ce que l'on s'est proposé. On a dit en supposant un objet également distant de deux verres d'inégale convexité, que les rayons paralleles de cét objet, auroient en ce cas leur concours plus prés de celuy qui seroit le plus convexe, mais en faisant une autre supposition, on dit que l'on peut tant

approcher l'objet de ce verre qui est plus convexe, que les rayons paralleles, aprés leur réfraction, auront leur concours aussi loin, & plus loin même, qu'ils ne l'avoient auparavant aprés leur réfraction dans le verre le moins convexe; cela se peut aisément concevoir, si l'on veut considerer qu'on ne peut approcher l'objet du verre le plus convexe dont il est icy question, que les angles d'incidence ne croissent; & que les angles d'incidence ne peuvent croître, que les angles que font les rayons avec leurs perpendiculaires, aprés leur réfraction, ne croissent aussi: c'est à dire que ces rayons ne s'approchent moins de ces perpendiculaires, & qu'ils n'ayent par conséquent leur concours plus loin qu'ils ne l'avoient auparavant, ce qui se peut faire enforte qu'ils l'ayent aussi loin, ou plus loin même, qu'ils ne l'avoient aprés leur réfraction dans le verre le moins convexe; car on peut approcher l'objet autant que l'on veut, & faire que les rayons paralleles qui s'iront rejoindre aprés

16. *On fait concourir les rayons paralleles plus loin des verres, à mesure qu'on en approche l'objet.*

leur réfraction, faſſent tous des angles d'incidence tres grands ſur le verre le plus convexe, & qu'ainſi le point de leurs concours s'éloigne toujours de plus en plus.

Voila deux obſervations qui ſont tres remarquables dans ce traitté, & vous voyez par la derniere, qu'il n'importe gueres pour le concours des rayons, que la ſuiface des verres ſoit plus ou moins convexe; on peut avec toute ſorte de verres de cette nature faire concourir les rayons ou l'on veut, & à la diſtance que l'on veut, pourveu qu'on ſoit dans le pouvoir de remuër l'objet; c'eſt à dire de l'approcher ou de le reculer, pour donner plus ou moins d'inclination aux rayons qui viennent d'un même point. Il eſt vray que d'autant plus on approche l'objet, d'autant moins il y a des rayons qui concourent, par ce que pluſieurs qui faiſoient auparavant des angles au deſſous de 30. degrez avec les perpendiculaires, font avec les mêmes perpendiculaires des angles plus grands, & ne peuvent plus concou-

17. *On peut tant approcher l'objet que les rayons paralle. les ceſſent de concourir.*

rir avec les autres, aprés qu'on a beaucoup approché l'objet : il y en a cependant toûjours assez grande quantité qui concourent, & que l'on fait concourir à une distance d'autant plus grande, que l'on met l'objet proche ; pourveu que l'on ne l'approche pas plus prés que la longueur d'un diametre, pour la raison que l'on a dit.

Mais pour commencer à faire l'application de ces observations & à faire entendre plus précisément, par leur moyen, en quoy consistent les défauts de la veuë, & pourquoy il arrive qu'un œil bien disposé ne peut voir les objets quand ils sont trop prés, non plus que quand ils sont trop éloignez, supposons si vous voulez, que le cristalin qui est comme un verre convexe au milieu de l'œil s'étant toûjours accommodé à un objet que l'on a approché jusques à demy-pied de distance, ne puisse plus par aprés changer de figure ; & que les membranes qui l'enferment ne puissent plus s'étendre sans se crever ; pour lors il est

18. *Quelle est la cause de l'impuissance de la veuë à l'égard des objets trop proches ou trop éloignez.*

évident, que si l'on approche d'avantage cét objet, le cristalin demeurant toûjours dans le mesme état, les rayons paralleles qui tomberont dessus y feront avec les perpendiculaires à sa surface des angles d'incidence plus gravez qu'auparavant, qu'ensuitte ces mesmes rayons aprés leur réfraction s'approcheront moins des perpendiculaires, & par conséquent qu'ils iront concourir plus loin que la rétine où ils concouroient quand l'objet n'estoit pas si proche. On ne verra donc plus distinctement cet objet, & en voila la raison préciſe.

Si au contraire on éloigne ce même objet, & qu'apres l'avoir éloigné jusqu'a une certaine distance, le cristalin ne puisse encore changer de figure ny s'applatir autãt qu'il faudroit pour s'y accommoder, & que l'on continuë cependant toûjours d'en éloigner l'objet; on voit, par une raison contraire à la précédente, que les rayons paralléles devront aprés leur réfraction dans ce cristalin, qui demeure au mesme estat qu'auparavant s'approcher d'avantage de leurs per-

pendiculaires, & par conſéquent qu'ils iront concourir plus prés de luy, que n'en eſt pas la rétine, où ils concourroient auparavant. Cét œil ne verra donc pas encor diſtinctement cét objet que l'on aura trop éloigné ; & l'on en voit pas moins évidemment la raiſon préciſe.

Il n'eſt auſſi rien de plus aiſé que de conçevoir en quoy conſiſtent les défauts de la veûë : car les vieillards ont les yeux diſpoſez à l'égard des objets qui ſont plus proches que 2 où 3 pieds, comme les yeux de l'ordinaire des hommes le ſont, à l'égard de ceux qui ſont plus prés qu'un demy pied ; & au contraire ceux qui ont la veûë courte les ont diſpoſez à l'égard des objets qui ſont éloignez de plus d'un demy pied, comme les yeux du commun le ſont à l'égard de ceux qui ſont a une diſtance conſiderable, où ils ne peuvent eſtre veûs que fort confuſément. Il faut donc raiſonner de ces défauts de la veûë, comme on a raiſonné de l'impuiſſance de la meſme veûë, qui ſe trouve preſque égale dans tous les hommes,

10. *Les défauts de la veûë viennent de la meſme cauſe.*

& dire que ceux qui ont la veûë courte ceſſent de voir les objets diſtinctement, quand on les éloigne, par ce que leur criſtalin demeurant dans le meſme état qu'il eſtoit quand les objets eſtoient proches ; les rayons paralleles commencent à faire de moindres angles d'incidence avec les perpendiculaires à ſa ſurface, & a s'approcher par conſequent plus qu'ils ne faiſoient de ces meſmes perpendiculaires aprés leur réfraction ; ce qui ne ſe peut faire qu'ils ne concourent plutoſt qu'ils ne faiſoient ; c'eſt à dire avant que de tomber ſur la retine où ils avoient auparavant leur concours. Il faut dire tout le contraire, des Vieillards ; car comme ils voyent aſſez diſtinctement les objets qui ſont à 2 où 3 pieds de diſtance & qu'ils ne peuvent courber les ſurfaces de leur criſtalin autant qu'il faudroit, pour s'accommoder à aucun objet plus proche ; quand on en met quelqu'un à une moindre diſtance, les rayons paralleles font ſur leur criſtalin des angles d'incidẽce plus grãds qu'il ne faut ; ils s'éloignent enſuitte, apres

leur réfraction, plus qu'ils ne faiſoient auparavant des perpendiculaires à ſa ſurface, & ils s'éloignent par conſéquent à une plus grande diſtance, & derriere la retine ſur laquelle ils concouroient auparavant.

Aprés avoir conçû clairement en quoy conſiſtent les défauts de la veûë & ſon impuiſſance, pour voir diſtinctement les objets trop proches ou trop éloignez, il eſt aiſé de voir quels ſont les verres qui doivent ſervir à aider cette impuiſſance, & à corriger ces défauts : on doit meſme conçevoir, & c'eſt une remarque importante, que ceux qui ſont propres à corriger les défauts des yeux, doivent néceſſairement avoir de la proportion avec ceux qui peuvent ſervir à aider leur impuiſſance ; puiſque (comme l'on vient de le remarquer) ces défauts ont du rapport avec cette impuiſſance, & que les meſmes raiſons qui prouvent l'impuiſſance des yeux à l'égard de certains objets, font voir la cauſe de leurs défauts à l'égard d'autres objets à la verité, mais qui ne laiſſent pas d'avoir un meſme

20. *Et les verres qui ſervent à perfectionner la veûë, ſervent auſſi à en corriger les défauts.*

rapport avec la disposition dans laquelle leur cristalin se trouve.

On peut donc rapporter toutes les sortes de verre, soit qu'ils servent a corriger les défauts de la vision, soit qu'ils servent à la perfectionner, à deux especes seulement ; & comme ceux qui servent à perfectionner la veûë sõt tous des Microscopes où des telescopes on doit dire que toutes sortes de verres en général, de quelque nature qu'ils soient, sont toûjours ou l'un ou l'autre de ces instrumens.

Pour le voir plus clairement on peut faire réflexion que la proprieté du microscope, selon ce qui a esté dit cy-dessus, doit estre de disposer les rayons qui viennent des objets fort proches, comme s'ils venoient de quelques autres objets plus éloignez; & au contraire que celle des telescopes est de disposer les rayons qui viennent d'un objet fort éloigné comme s'ils venoient d'un objet plus proche : Or est-il que les vieillards aussi bien que ceux qui ont la veûë courte, demandent que les verres dont ils se servent ayent respectivement ces

21. *Ce sont tous où des Microscopes ou des Telescopes.*

deux mesmes qualitez ; & par conséquent il est nécessaire qu'ils soient où des microscopes où des telescopes.

Cela paroit évident, & il semble aussi que cette division peut servir à mettre beaucoup d'ordre dans ce traitté ; c'est pourquoy i'ay resolu de descendre icy dans le particulier, & de faire plus distinctement le dénombrement de toutes les qualitez de ces deux instrumens ; afin de montrer que tous les verres dont nous avons apporté les proprietez, & que l'on appelle pas communément de ces deux noms, ne peuvent servir à corriger les défauts de la veuë ou à la perfectionner, que leurs proprietez ne se trouvent en effet semblables à celles des Microscopes & des Telescopes.

Nous ne parlons donc icy que de ces deux instrumens, & comme la premiere difference qui est entre eux, est qu'il y en a de composez, & d'autres qui ne le sont pas, & que les composez, absolument parlant, sont plus parfaits que les autres ; pour garder tout l'ordre qu'il est possible d'obser-

22.
On ne parlera donc icy que de ces deux sortes d'instrumens.

ver dans ce traitté, qui semble en demander plus qu'aucun autre, nous parlerons d'abord de ceux qui ne sont point composez, & qui ne consistent qu'en un seul verre, & ensuitte nous verrons comment on peut les perfectionner, en y adjoûtant un où plusieurs autres verres, & si les Microscopes composez; c'est à dire, si les microscopes à qui l'on auroit joint d'autres verres, ne doivent pas changer de nature.

23. *L'ordre que l'on doit obser ver dans ce traitté.*

On peut dire en general, que ces deux instrumens doivent faire premierement, que les rayons qui viennent de chacun des points de l'objet, entrent dans l'œil de la mesme maniere qu'ils y entreroient, si cet objet estoit à une distance proportionnée à la disposition de cet œil; c'est à dire, à celle où il est capable de voir plus parfaitement & plus distinctement les choses. Secondement ils doivent receüillir de chacun des points des objets, la plus grande quantité des rayons qu'il est possible, afin que la peinture de ces mêmes objets en soit plus fortement imprimée sur la réti-

24. *Les proprietez generales & communes du telescope & du microscope.*

ne. Enfin il faut qu'ils rompent tellement les rayons divergens, & qui viennent de divers points de ces mêmes objets, qu'ils soient capables de donner toute l'étenduë qu'il est possible à leurs images, qui sont au fond de l'œil.

On doit conçevoir outre cela qu'il est nécessaire, supposé les principes de la réfraction, que les verres dont ces instrumens sont composez ayent quelque figure, & que leur figure se doit naturellement reduire à la concave, & à la convexe; aprés quoy il faut remarquer que, quand on a dit qu'ils devoient tellement disposer & rompre lee rayons de la lumiere qui viennent des mêmes points de l'objet qu'ils entrent par aprés dans l'œil, comme si cet objet, qui les envoye, étoit à la distance qu'il faut pour en estre veû distinctement; on entend parler des rayons qu'on a nommé jusques à present paralléles, & qui sont ceux qui venans d'un méme point, composent les pinceaux de lumiere dont on a parlé au premier Livre. Au contraire quand on a dit qu'il

25. *Quels sont presmettre les rayons paralleles.*

doivent aussi tellement rompre les rayons divergens, qu'ils soient capables de donner plus d'étenduë a l'image de l'objet; on entend par ses rayons divergens chacun de ces pinceaux de lumiere entant qu'ils viennent de différens points de l'objet; & c'est à quoy il faut icy se bien faire l'imagination, pour bien distinguer ces deux sortes de rayons, sans en confondre jamais les proprietez. Ce sont à la verité les mêmes rayons qui sont & paralleles & divergens; mais on les considere sous deux differens rapports; car, en tant que paralleles, on les considere par rapport les uns aux autres, & comme émanez du même point, & entant que divergens, on les compare tous ensemble avec d'autres paralleles émanez d'un autre point different. Ils ont aussi des proprietez bien différentes, entant que paralleles & entant que diuergens; car c'est aux paralleles de concourir plutôt où plus tard; c'est à dire en deçà ou delà au de la rétine, & c'est aux divergens de faire que les images des objets ayent plûs ou moins d'étenduë

26. *Quels sont les divergens.*

sur la mesme rétine, en s'éloignant plus ou moins les uns des autres. C'est aux paralleles à faire que l'objet paroisse plus prés ou plus éloigné où du moins à prendre des dispositions différentes, selon qu'il est nécessaire, pour s'accommoder aux yeux qu'ils y entrent comme venans d'un point plus prés ou plus éloigné, que n'est celuy qui les envoye, & c'est aux divergens de faire paroistre les objets plus grands, où du moins de les faire paroître aussi grands qu'ils le sont en effet, quand il arrive par un vice de l'œil, qu'ils ne paroissent pas dans leur grandeur naturelle. Enfin c'est aux paralleles à faire par leur multitude que la vision soit claire & forte, & que les couleurs de l'objet soient bien marquées, & c'est aux divergens d'en marquer la figure & toutes les parties, comme on le peut concevoir de tout ce que l'on a dit jusques à present.

27. *Quels sont les différens effets de ces deux sortes de rayons.*

Aprés avoir parlé des qualités que doivent avoir les telescopes & les microscopes, en tant qu'ils sont des instrumens propres à aider & à perfe-

ctionner la veuë ; il faut faire voir qu'elles sont celles qui leur sont particulieres pour l'aider & la perfectionner chacun à leur maniere, c'est à dire qu'il faut voir en quoy il diférent.

28. *En quoy consiste proprement la difference du telescope & du microscope.*

Il est seur que ces deux instrumens conviennent, en ce que l'un & l'autre grossit les objets, en rendant les rayons qui viennent de leurs divers points plus divergens qu'ils ne seroiẽt sans eux, & c'est ce qu'il faut soigneusement remarquer : mais l'objet que grossit le microscope est tres proche, & celuy que grossit le telescope est veritablement éloigné. Ils ne remettent pas aussi tous deux les objets dans la portée ordinaire de la veuë d'une mesme façon ; car l'objet du microscope n'étant hors de la portée de la veuë, que par ce qu'il en est trop proche, il en romp tellement les rayons paralleles qu'ils entrent par aprés dans l œil comme s'ils venoient d'un objet qui fût à la distance ou il voit le mieux : au contraire l'objet du Telescope étant trop éloigné, il fait que les mesmes rayons paralleles en-

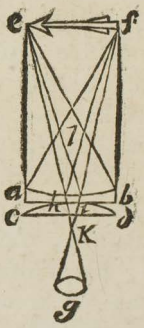
trent dans l'œil comme s'ils venoient d'un objet plus proche ; & c'eſt en quoy conſiſte la diférence principale qui eſt entre ces deux inſtrumens.

29. *Que les rayons divergens le deviennent encor plus par l'interpoſition des verres.*

Au reſte ſans ſçavoir encor la figure que doivent avoir les verres qui les compoſent chacun en particulier, il n'eſt pas malaisé de dire comment il eſt poſſible que les rayons divergens le deviennent encor davantage par leur moyen, comme on a dit qu'ils le deviennent en effet ; car il n'eſt pas poſſible qu'une multitude de rayons qui viennent de divers points, ſi prés l'un de l'autre qu'ils puiſſent eſtre, paſſent par le même endroit qu'ils ne ſe croiſent, ils doivent donc ſe croiſer en paſſant par le Microſcope, & par le Téleſcope : mais ce qui eſt de conſiderable icy, & ce qui prouve ce que nous avons avancé, c'eſt qu'ils ſont determinez, par l'interpoſition de ces inſtrumens, à ſe croiſer plûtot qu'ils n'auroient fait ſans eux, & qu'ils ne peuvent ſe croiſer plûtot qu'ils n'auroient fait ſans eux ſans devenir plus divergens. Pour dire

donc comment il est possible que ces rayons deviennent plus divergens par le moyen de ces instrumens, c'est assez de montrer qu'ils les déterminent à se croiser plûtost qu'ils n'auroient fait comme on va montrer qu'ils le font dans la figure suivante, afin que cette notion qui est d'importance & qui est un principe sur lequel sont appuyez une infinité de raisonnemens en cette matiere, puisse être mieux gravée dans l'esprit & dans l'imagination.

30. *Que cette remarque est importante.*



Supposons donc si vous voulez, les deux verres *a b* & *c d*, dont l'un soit convexe, & l'autre concave, &

que des deux extremitez de l'objet *e f*, il parte une grande multitude de rayons qui ne puissent entrer dans la prunelle *g* qu'ils ne passent auparavant par ces deux verres ; on voit clairement par l'exemple des deux qui sont icy marquez des lettres *f h.* & *e.i.* que tous les autres se croisent bien plûtot qu'ils n'auroient fait sans ces instrumens ; car au lieu de ne se croiser que vers le point *k.* ils sont obligez de se croiser vers le point *l.* on voit aussi qu'ils en doivent estre plus divergens aprés avoir traversé les verres, parce que l'angle *e l f*, est beaucoup plus grand que l'angle, *e k f*, *21. prop. du livre* 1. *d'Eclide*, & que les angles *h l i* & *h k i*, qui leur sont opposez leur sont égaux chacun à chacun, 15. *prop du mesme livre.* Il est vray que les verres par ou ils passent les rompent ; mais nous montrerons plus bas, *art.* 47. où il faudra parler exactement de toutes ces choses, qu'ils les rompent tellement, que quelques uns des principaux rayons divergens sortent des verres par ou

31. *Et qu'on prouve par là que les verres servent à grossir les objets.*

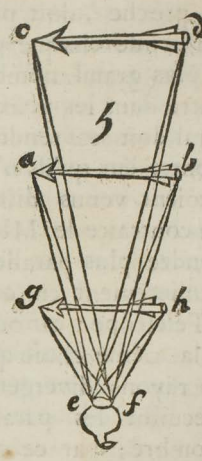
ils passent, & qu'ils les obligent à se croiser, comme s'ils n'avoient point été rompus ; & c'est en cela que j'ay dit que le Télescope grossit les objets aussi bien que le microscope, & que ces deux instrumens ont cela de commun chacun à l'égard de ceux qui peuvent s'en servir.

Comme l'on conçoit aisément qu'ils rendent les rayons qui viennent de divers points plus divergens qu'il n'auroient esté, en faisant qu'ils se croisent plûtot qu'ils n'auroient fait s'ils étoient venus directement à l'œil, on entendra aussi facilement comme ils doivent disposer les rayons paralleles, pour faire qu'ils entrent dans l'œil, comme s'ils venoient les uns d'un objet plus proche & les autres d'un plus éloigné : on sçait que quand l'objet est proche ; les rayons paralleles font les uns avec les autres des angles plus grands, & qu'il en entre aussi de chacun de ses points en beaucoup plus grand nombre dans les yeux que quand il est éloigné : le Téloscope donc, qui doit faire que ces rayons entrent dans

les yeux, comme s'ils venoient d'un objet plus proche, doit premiérement recuïllir de chaque point de l'objet un plus grand nombre qu'il n'en eût entré dans les yeux ; & en second lieu il doit les rendre moins paralleles entre eux qu'ils n'auroient été s'ils étoient venus directement à l'œil ; au contraire le Microscope doit les rendre plus paralleles ; & c'est particulierement en cela qu'il difére du Télescope : car outre qu'il doit faire la même chose que luy à l'égard des rayons divergens, il ne doit pas recuïllir les paralleles en moindre nombre ; par ce qu'il doit faire voir l'objet aussi clairement, dans la distance ou l'œil est disposé à voir les objets plus parfaitement & plut distinctement.

32. *D'où l'on doit prendre proprement la différence du télescope & du microscope.*

On concevra mieux toutes ces proprietez du Télescope & du microscope par le moyen des figures qui suivent ; car supposez, par exemple, que la juste distance où l'œil voit plus clairement les objets, soit en *a b*, & qu'il y ait un objet au dela de la portée de l'œil en *c d*,



s'il n'y avoit point de verre devant l'œil, il entreroit tres peu de rayons de chacun des points de cet objet dans la prunelle *e f*, & outre cela ils y entreroient autrement qu'ils ne devroient, pour faire que l'œil vît bien clairement cet objet, car ils y entreroient autrement qu'ils ne feroient s'il venoient de *a b*, où eſt la juſte diſtance, où l'œil voit diſtinctement les choſes. Mettons maintenant

tenant un verre devant cet œil, qui faſſe que les rayons paralleles de l'objet *c d*, y viennent en auſſi grand nombre, & diſpoſez de la même maniere que s'il venoient de *a b*; il eſt ſûr que l'objet *c d* paroîtra, comme s'il étoit en *a b* : mais ſi ce verre outre cela peut faire que tous ceux qui viennent des divers points de cet objet ſe croiſent, comme s'ils venoient effectivement de l'objet placé en *a b* : c'eſt à dire qu'ils y entrent auſſi enclinez que ſont les rayons *b e. b f. a e. a f*; non ſeulement cet objet paroîtra comme s'il étoit en *a b*, mais encor il paroîtra auſſi grand que s'il étoit en effet à cette diſtance; ainſi ce verre ſera un Téleſcope. Le Microſcope fera toute la même choſe à l'égard de tous ces rayons, excepté qu'il reſſerrera les paralleles *b e. h f. g e. g f*, qui viennent de l'objet *g h*, comme s'ils venoient de l'objet placé en *b a*, & qu'il rendra ces mêmes rayons, conſiderez comme venans de divers points, plus divergens que l'autre verre; par ce qu'il les oblige à ſe croiſer encor plûtoſt qu'ils ne

feroient sans luy, & qu'ils sont déja d'eux mêmes tres divergens, par ce qu'ils viennent d'un objet tres proche.

Cependant cela n'est pas toûjours ainsi, & on ne peut pas dire absolument que les Microscopes rendent les rayons qui viennent de divers points plus divergens que les Téleſcopes : cela ne se peut dire que par rapport à la differente situation des objets à leur égard ; & c'est encor une distinction qu'il faut faire icy, qui marque une différence notable qui est entre les miscroscopes simples & les téleſcopes simples ; c'est à dire entre ceux qui ne sont composez que d'un verre. Il faut donc bien prendre garde icy comme l'on parle, & il y a tant de distinctions à faire qu'on ne peut être trop éxact à les obſerver ; & que ce traité demande pour cela une application incroyable, en sorte qu'il n'y en a peut être point dans tous les autres parties des sciences, où il soit plus difficile de mettre de l'ordre & de la netteté.

On peut donc distinguer deux sortes de microscopes simples ; & quoy qu'ils doivent paroître, par ce que nous avons dêja dit, & par ce que nous dirons encor plus précisément, dela maniere dont les verres convexes & concaves rompent les rayons de lumiere, qu'en considerant simplement en eux mêmes les téleſcopes & les microscopes qui en sont composez, ceux cy écartent moins les rayons divergens que les autres : cependant comme il y a des téleſcopes & des microscopes pour ceux qui ont la veuë mauvaise & vitieuse, aussi bien qu'il y a des microscopes pour ceux qui ont la veuë saine, & que la plus ou moins grande divergence de rayons qui viennent de divers points, dépend non seulement de la figure des verres qui les rompent ; mais encor de la situation des objets qui sont plus proches des microscopes qui servent à ceux qui ont la veuë bonne, qu'ils ne sont des téleſcopes, ou des lunettes qui servent à ceux qui ont la veuë courte, on doit dire à cet égard que les mi-

33.
Il y a deux sortes de microscopes simples ; l'un qui sert aux Viellars, & l'autre qui sert à ceux qui ont la veuë bonne.

croſcopes écartent plus les rayons, & qu'ils groſſiſſent auſſi davantage les objets que ne font, ny ces téleſcopes, ny les autres ſortes de microſcopes qui ſont, comme l'on a dit, les lunettes dont les viellards ſe ſervent ; puiſque les objets en ſont auſſi plus éloignez que des autres : & c'eſt là comme vous voyez une diſtinction qu'il falloit faire.

34. *Le dernier groſſit les objets plus que le premier, & plus que le téleſcope ſimple.*

Mais on peut encor obſerver icy deux choſes, ſans attendre une autre occaſion de les dire. La premiere choſe qu'il faut remarquer, c'eſt que quoy qu'on puiſſe, & qu'on doive diſtinguer deux ſortes de microſcope, il n'y a cependant qu'une ſorte de téleſcope ſimple, par ce que les verres qui ſont propres à ceux qui ont la veuë courte, pour voir les objets trop éloignez pour eux, & qui ſont comme on l'a montré des veritables téleſcopes, ne peuvent pas ſervir tous ſeuls à ceux qui ont la veuë en bon état, à raiſon de leur criſtalin qui ne ſe peut pas courber autant qu'il l'eſt naturellement dans les yeux de ceux qui ont la veuë courte.

36. *Il n'y a qu'une ſorte de téleſcope ſimple.*

La seconde chose qui est à remarquer, c'est que les premier microscopes qui en ont simplement le nom, & qui servent à ceux qui ont la veuë bonne, écartent si fort les rayons divergens, à cause de la trop grande proximité de l'objet, que si cet objet est un peu grand ; pour prés qu'on approche l'œil de ces sortes de verres, afin de prendre ces rayons divergens sitôt qu'ils en sortent, & avant qu'ils se puissent écarter davantage, on ne peut cependant recüillir ceux qui viennent de ses extrémitez ; par ce qu'ils sont toûjours trop divergens, comme il paroît assez par la figure précedente. De là vient que l'avantage qu'ils ont de grossir beaucoup les objets, & d'en faire voir distinctement toutes les parties se trouve borné, en ce qu'ils ne sont capables d'en representer que fort peu à la fois, & qu'on ne s'en peut servir que pour voir les plus petites choses ; mais comme ils les grossissent extraordinairement, & qu'ils en font paroître fort clairement les moindres parties, on peut

36. *Utilité des microscopes.*

dire que leur utilité ne se peut trop estimer en matiere de physique; puis qu'ils servent à nous faire découvrir les parties des corps, qui sans eux nous seroient tout à fait insensibles, & qu'il est infiniment advantageux à cette science de pouvoir bien connoistre.

De toutes ces proprietez particulieres du microscope & du telescope que je viens d'expliquer, il est aisé de voir quelle doit estre la figure des verres qui doivent composer l'un & l'autre de ces instrumens; car comme ils ne sont propres à aider ou à perfectionner la veuë chacun en leur maniere, qu'autant qu'ils peuvent rompre & renvoyer différemment les rayons de lumiere, & que l'on a expliqué d'abord toutes les manieres dont il est possible qu'ils soient rompus & renvoyez par les verres convexes & par les verres concaves, on n'a qu'à considerer quels rayons les microscopes ou les telescopes doivent rompre, & de quelle maniere ils doivent les rompre, pour conclurre qu'ils doivent estre des verres convexes ou

37. *Regle pour juger quels verres sont des microscopes ou des telescopes.*

des verres concaves. Par exemple, les microscopes des vieillars doivent rendre les rayons qui viennent des mesmes points presque paralleles, & les verres convexes les rendent paralleles quand l'objet en est éloigné de la longueur de leurs diametres ; donc les microscopes des vieillards doivent estre de verres convexes ; & ils peuvent voir avec ces sortes de verres des objets assez proches en les mettant à cette distance de leurs lunettes. Il en faut dire de mesme des microscopes, qui servent à ceux qui ont la veuë bien disposée pour voir les parties insensibles des objets qui sont trop prés de l'œil ; car ils doivent aussi rendre ces mêmes rayons plus paralleles qu'ils ne seroient sans eux ; ils ne doivent pas cependant les rendre si sensiblement paralleles que ceux des vieillards ; & c'est pour cela que ces objets n'en doivent pas estre tout-à fait reculez jusques à la longueur de leurs diametres. Pour ce qui est du télescope simple qui peut seulement servir à ceux qui ont la veuë courte, il doit fort écarter les uns des

38. *Application de cette regle.*

39. *Les lunettes des Viellars sont des microscopes simples, & un verre convexe.*

40. *Le l'eu où doit estre l'objet pour estre veu par le moyen du microscope.*

41. *Les Telescopes simples doivent être des verres concaves.*

autres les rayons qui viennent d'un meſme point, & qui ſont ſenſiblement paralleles; parce qu'ils s'en ſervent pour voir des objets éloignez. Il faut donc que ce ſoient des verres concaves, parce que les ſeuls verres concaves ont cette proprieté.

Vous voyez que tout cela ſe tire tout naturellement, de ce que l'on a dit juſques icy de la proprieté des mêmes verres, & de celle du microſcope & du téleſcope que l'on a expliquez. Il n'y a perſonne auſſi qui ne ſoit capable d'en pénetrer les raiſons, & de voir que ce ſont des conſéquences qui ſuivent clairement de leurs principes.

Mais aprés avoir fait voir que cette matiere peut eſtre renduë commune & intelligible à tout le monde, ſans ſuppoſer preſque rien autre choſe que les principes de la réfraction; il faut rendre à la Geometrie la gloire qui luy eſt deûë, & avoûer franchement que tout ce que l'on a dit juſques icy n'eſt pas éxact; qu'il y a bien des choſes que l'on n'a pû déterminer préciſément par les ſeuls princi-

42. *Seconde partie de ce traité, où l'on entreprend de traiter les choſes plus préciſément & en Geometre.*

pes que l'on a supposez, & que tout ce qui reste à dire des téleſcopes & des microſcopes, tant ſimples que composez, ne peut estre expliqué sans le secours de cette ſcience. Ceux qui n'en auront pas la connoiſſance n'auroient qu'à paſſer les preuves des propoſitions que ie feray, & prendre ces mêmes propoſitions comme autant d'axiomes afin d'entendre les concluſions qui en ſeront tirées.

On ſuppoſe toûjours ce que l'on a dit dans le premier livre; prémierement que les rayons qui viennent de l'air, en paſſant à travers d'un corps plus épais comme eſt le verre, ſe rompent ſur ſa ſurface en approchant de ſa perpendiculaire. On ſuppoſe en ſecond lieu qu'il eſt néceſſaire que les rayons paralléles qui tombent ſur la ſurface d'un verre convexe, ſe raſſemblent au dela de ce meſme verre, en d'autant de points différens qu'il y en a qui les renvoyent dans l'objet d'ou ils viennent; troiſiémement on ſuppoſe comme un troiſiéme principe ce que l'on a remarqué aux Chap. 5. que les rayons qui procedent de ces

43. *Quels ſont les principes qu'il faut ſuppoſer.*

points visibles de l'objet doivent effectivement passer pour paralléles quand il est placé où il doit pour estre veu distinctement, & que tout ce que peut faire le peu d'inclination qu'ils ont quand l'objet est tres proche; c'est qu'ils concourent un peu plus loin que s'ils avoient esté moins inclinez, & plus sensiblement paralléles, comme il est aisé de le conçevoir.

On suppose enfin en quatriéme lieu que toutes sortes de verres, qui à raison de leur figure, obligent les rayons divergens à se croiser plutost qu'ils n'auroient pas fait s'ils estoient venus directement à l'œil, doivent nécessairement faire qu'ils soient plus écartez en entrant dans les yeux, qu'ils n'auroient esté sans eux.

On avoit déja établ y ces 4. suppositions autant que l'on avoit deu pour l'usage que l'on en devoit faire, pour prouver tout ce qui a precedé d'une maniere moins exacte, & telle que l'on à affecté pour rendre ce traité intelligible à tout le monde? Mais comme il faut d'oresnavant expliquer plus exactement toutes ces choses,

& qu'il en reſte encor beaucoup d'autres, qui demandent qu'on parle plus préciſément & en Geometre ; il eſt néceſſaire de les examiner chacune en particulier ; par ce qu'elles ne pourroient nous eſtre d'uſage dans la ſuite, ſans déterminer certaines choſes qu'il n'a pas eſté néceſſaire d'exprimer autrement qu'en general, pour le deſſein que l'on avoit de ſe faire entendre de ceux-là meſme qui n'entendent point la Geometrie.

Pour ce qui regarde la prémiere ſuppoſition comme on ne peut pas déterminer quelle eſt la proportion des angles de réfraction qui ſe font dans le verre avec les angles d'inclination qui leur correſpondent, parce que cela dépend de la nature du verre qui n'eſt pas toûjours d'une égale denſité, on fera toutes les démonſtrations qui regardent les proprietez des verres de différente figure, en ſuppoſant que ces angles ſont comme un a trois ; car en effet ils approchent de cette proportion, comme on le montrera dans la Dioptrique ; les rayons donc qui ſe doivent rompre ſur

la surface des verres en approchant des perpendiculaires, seront considerez comme s'en approchant de la troisiéme partie de l'angle d'incidence.

Il n'y a rien a déterminer dans la seconde supposition : il faut seulement se souvenir que les rayons paralléles, qui se rassemblent sensiblement & à peu prés au mesme point, aprés estre sortis du verre convexe, ne doivent pas faire en y entrant des angles d'incidence, de plus de vingt où de plus de trente degrez, par la raison que l'on a dite au premier livre.

Il n'y a rien aussi à déterminer dans la troisiéme supposition ; mais il y a bien des choses à dire touchant la quatriéme, & il est nécessaire de les bien expliquer avant que d'entrer en matiere ; la raison est, qu'on doit parler dans la suite des microscopes & des telescopes composez, sans sçavoir le lieu où les rayons divergens, dont il est parlé dans la quatriéme supposition, vont representer l'image de l'objet, & qu'elle est la grandeur de cette même image au dela des

verres convexes, qui ont la proprieté de la répresenter par le moyen de ces rayons, qui font de part & d'autre des verres par ou ils passent deux pyramides, l'une qui a l'objet pour base, & l'autre qui a pour base l'image du même objet, qu'on appelle la base de distinction, par ce que c'est là que cette image peut estre distinctement répresentée sur un fond qu'on auroit disposé pour la recevoir.

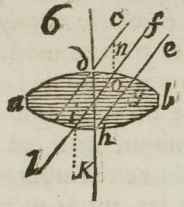
45. *Ce que c'est que la base de distinction, & qu'il est necessaire de sçavoir à quelle distance des verres elle se rencontre.*

Si ces pyramides n'étoient pas composées de tant de rayons, & qu'il n'en vint qu'un de chaque point visible de l'objet il seroit aisé de juger du chemin qu'ils devroient tenir & de la grandeur de l'image qu'ils sont capables de répresenter, & cela seroit encore plus facile s'il arrivoit qu'ils ne fussent rompus ny détournez par les verres : mais premierement il y a quantité de rayons qui viennent des mêmes points de l'objet. Secondement ils sont diversement rompus sur la surface des verres, & il semble par conséquent tres difficile de déterminer à quels points ils doivent précisément aboutir au dela des mêmes verres.

46. *Que cela paroît difficile à déterminer.*

Cependant voicy une démonstration, qui fait voir que cette difficulté n'eſt qu'une difficulté apparente, & qu'il eſt auſſi aiſé de déterminer à quels points doivent aboutir tous les rayons qui viennent des mêmes points d'un objet, aprés qu'ils ont traverſé les verres convexes, que s'il n'en venoit qu'un ſeul de chacun de ces points, & qu'il n'en fût ny rompu ny detourné par la ſurface de ces verres. En effet on verra par cette démonſtration qu'il y en a toûjours qu'elqu'un parmy tous ceux qui viennent d'un même point, qui n'eſt point rompu; & on dira par aprés que tous les autres ſe raſſemblent avec luy en un autre même point, à la diſtance d'un des diametres de la convexité du verre : c'eſt à dire qu'on montrera que les verres ſõt à peu prés à l'égard des rayons d'acôté ce qu'ils ſont à l'égard de ceux du milieu de l'objet; & par conſéquent qu'il n'eſt rien de plus aiſé que de déterminer la grandeur de l'image du même objet que les verres ont le pouvoir de répréſenter derriere eux.

47. *Comment on peut aiſement reſoudre cette difficulté.*



Par exemple supposé que deux rayons paralléles *e d f g* viennent d'un même point d'acoté de l'objet & entrent dans le verre *a b* en sorte que *c d*, tombant sur le milieu du verre, *f g* aille aprés sa réfraction tomber sur le point opposé *h* ; il est seur qu'outre ces deux rayons il y en aura une infinité d'autres qui passeront dans le verre, & qu'entre ceux là il y en aura un, par exemple *o i*, qui sera encliné de la même maniere sur les deux surfaces du verre, ensorte que les deux arcs *o d* & *i h* seront ou égaux ou du moins semblables, si la convexité n'étoit point égale de part & d'autre : or est il que cela ne se peut faire que les deux angles *n o f* & *l i k* ne soient égaux : 29. *prop. du premier livre d'Euclide.*

c'eſt à dire que le rayon d'incidence *fo* ne ſoit paralléle à celuy de réfraction *il*, & que ce même rayon *fo* ne ſorte du verre, aprés ſa réfraction, de la même maniere que s'il n'avoit pas été rompu. S'il eſt vray donc que l'on doive démontrer dans la ſuite, que les autres paralléles, qui ſont autour de celuy-là, & qui viennent d'un même point de l'objet, vont ſe raſſembler avec luy à peu-prés à la diſtance d'un diametre de la convexité du verre, on pourra déterminer, comme on la dit, fort préciſément, le point où ſe fera leur concours, & le lieu de la baſe de diſtinction dont on a parlé cy deſſus. Il n'eſt pas auſſi fort malaiſé de concevoir que cette démonſtration ne regarde pas ſeulement les verres convexes, mais encor ceux qui ſont partie convexes & partie concaves, ſoit que la convexité ſoit plus grande que la concavité, ſoit qu'elle ſoit plus petite, & au contraire.

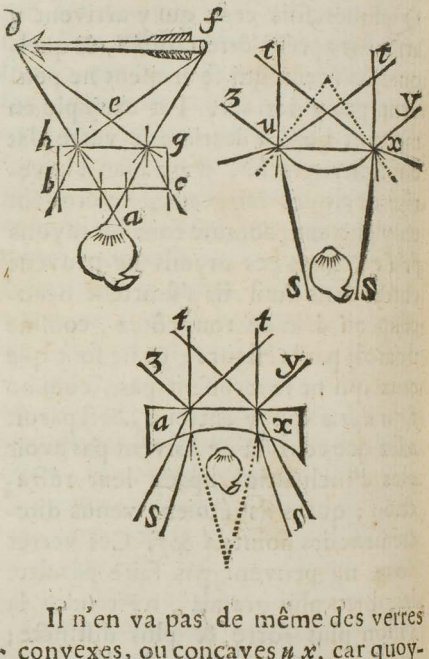
Outre ces quatre ſuppoſitions, il faut remarquer que dans toutes ſortes de verres, il y a des rayons qui

48.
Consideration des rayons qui servent à la vision, & des autres qui n'y servent pas.

servent à la vision, & qui aprés les avoir traversez viennent à l'œil, & d'autres qui n'y viennent point, par ce qu'ils sont tellemẽt détournez par ces verres qu'ils ne peuvent pas y arriver. Quelques-fois ceux qui y arrivent y arrivent aprés s'être croisez, & quelques fois ceux qui se croisent ne peuvent pas y arriver. Par exemple en mettant l'œil *a* derriere le verre plat ou spherique *bc*, il y a bien à la verité quelques rayons qui se croisent en y entrant, comme font les rayons *fede*; mais ces rayons ne peuvent entrer dans l'œil, ils s'écartent beaucoup au dela de tous côtez, comme il paroît par la figure; ce ne sont que ceux qui ne se croisent pas, comme *fgadha* qui y entrent, & il paroît assez que ceux-là ne doivent pas avoir plus d'inclination aprés leur réfraction; que s'ils étoient venus directement des points *d* & *f*. Ces verres donc ne peuvent pas faire paroître les objets plus grands, ny rendre la vision plus forte & plus distincte; car ils ne peuvent pas rassembler plusieurs rayons venus du même point;

49.
Les verres plats & spheriques ne peuvent pas grossir les objets.

au contraire ils la rendent moins claire, par ce qu'ils rompent les rayons & qu'en les rompant ils les affoiblissent.



50. *Les verres convexes & concaves les grossissent.*

Il n'en va pas de même des verres convexes, ou concaves *u x*, car quoyqu'il y ait bien des rayons de ceux qui se croisent en y entrant qui ne

peuvent pas être receus dans l'œil, par exemple tous ceux qui viennent des points ζ *y*, qui sont les plus écartez dans l'objet, ou même ceux des paralléles *t u s t x s*, qui sont vers les extremitez des pinceaux ; cependant, il n'y en entre que de ceux qui se croisent, & l'on voit assez que tous ces verres grossissent les objets, & qu'oy-qu'on puisse douter si les convexes les grossissent moins, ou s'ils les grossissent plus que les autres, toutes choses étant pareilles ; on ne peut pas nier du moins qu'il n'ayent l'avantage de faire voir l'objet plus clairement : par ce que les rayons paralléles qui s'écartent en sortant des concaves, vont toûjours en se raprochant les uns des autres aprés être sortis des convexes, & peuvent par conséquent entrer en plus grand nombre dans la prunelle qu'ils ne le peuvent faire aprés être sortis des autres ; en sorte que l'on peut dire que les verres convexes ont veritablement toutes les proprietez qu'il faut pour faire des microscopes : car outre qu'ils obligent les rayons

51. *On peut douter lesquels de ces deux sortes de verres les grossissent davantage.*

52. *Les convexes font voir l'objet plus clairemẽt.*

qui viennent de divers points de l'objet à se croiser plûtôt qu'ils n'auroient fait sans eux, & qu'ils les font entrer dans la prunelle plus divergens qu'ils n'auroient été ; on voit qu'ils doivent rendre la vision plus forte, plus claire & plus distincte, par ce qu'ils recuëillent un tres grand nombre de rayons paralléles. Enfin ils font que les mêmes rayons paralléles aprés en être sortis s'approchent insensiblement les uns des autres : c'est à dire qu'ils les disposent à entrer dans l'œil à peu prés de la maniere qu'ils y entreroient, s'ils venoient d'un objet beaucoup plus éloigné que celuy d'où ils viennent.

53. *Et ils ont veritablement les qualités des microscopes. Comme on l'a dit cy-dessus.*

Au contraire les verres concaves sont de veritables téleſcopes à l'égard de ceux qui ont la veuë courte, & qui seuls s'en peuvent servir, comme on la dit auparavant ; car premierement ils rendent les rayons qui viennent de divers points des objets fort divergens, afin qu'ils les puissent voir du moins dans leur grosseur naturelle ; secondement ils leurs ramassent un assez grand nombre de

54. *Comme les concaves ont toutes les qualités des Téleſcopes, à l'égard de ceux qui ont la veuë courte.*

rayons paralléles, par le moyen desquels ils peuvent voir assez clairement les choses : enfin ils ont la veritable qualité des telescopes, par ce qu'ils font que ces mêmes rayons paralléles, aprés en être sortis, s'écartent comme s'ils venoient d'un objet proportionné à leur veuë, & plus proche que celuy d'où ils viennent.

55. *Autre considération importante touchant le lieu où doivent être mis les verres pour bien voir l'objet.*

Il faut donc encor icy prendre garde à une chose, sçavoir que tous ces verres pour avoir leur effet tel que nous avons dit, doivent être mis à la juste distance où l'œil demande qu'ils soient selon sa differente disposition : c'est à dire que généralement parlant, ils doivent toûjours être entre le lieu où l'œil est disposé a voir clairement les choses & l'œil même ; & qu'ils en doivent encor être d'autant plus prés que l'objet est plus proche d'eux, autrement la prunelle ne recevroit pas tous les rayons qui viendroient de ces divers points, & plusieurs s'échapperoient sans y entrer, à cause qu'ils sont fort divergens, quand l'objet est si proche ; & c'est pour cela qu'on ne peut presque

56. *On ne peut presque approcher l'œil trop prés des microscopes.*

approcher l'œil trop prés de ces sortes de microscopes, que nous avons distingué de ceux des Viellars, & qui ne sont faits que pour voir les plus petites parties des choses.

57. *Il faut pouvoir rendre raison de ce qui arriveroit si le verre étoit mis en un autre lieu que celuy qui lui convient.*

Si ces verres n'étoient point placez entre l'œil, & le lieu où il peut voir plus clairement les objets, & à la juste distance qu'il le demande, selon sa disposition naturelle, il arriveroit bien de la confusion : car l'objet paroîtroit tantôt plus grand, tantôt plus petit, tantôt renversé, quelquefois on le verroit entier, mais ses extrémitez ne paroîtroient que confusément, quelquefois on en verroit qu'une partie, & quelquefois aussi on le perdroit tout a fait de veuë. On verra par la suite qu'il est nécessaire de pouvoir rendre raison de ces diverses apparitions pour pouvoir faire la combinaison des verres, & pour en faire des microscopes & des télescopes composés, dont il nous reste à parler : mais pour juger, & rendre raison de toutes ces choses il faut, outre tout ce que l'on vient de supposer, entendre & dé-

58. *Et c'est pour cela qu'on entreprend de démontrer plus précisément toutes les proprietez des verres.*

monrrer exactement les principales proprietez des verres de chaque eſpéce, comme je me le ſuis proposé.

59. *On ne parlera que des proprietés des verres terminés de ſurfaces circulaires.*

Je ne parleray que de ce qui regarde les proprietez que j'ay déja bien des fois attribuées aux verres terminés de ſurfaces circulaires : car quoyque je ſois convaincu pour la raiſon que j'en apporteray tout à l'heure, que ces ſortes de verres ne raſſemblent pas phiſiquement tous les rayons paralléles en un même point. & qu'ils ne les y raſſemblent pas même ſenſiblement, quand leur inclination eſt de plus de trente degrez : quoyque je ne ſois pas auſſi moins perſuadé de la verité des démonſtrations de monſieur Deſcartes, qui démontre fort ingenieuſement que les éllipſes & les hiperboles raſſemblent exactement, & phyſiquement tous les rayons paralléles en un même point, quelque inclination qu'ils ayent ſur les ſurfaces des verres qui ont cette figure ; j'ay voulu cependant me borner aux ſeuls verres circulaires : prémierement par ce que c'eſt aſſez pour ſervir à

60. *Par ce que les elliptiques & les hyperboliques ne rassemblent pas les rayons d'à côté de l'objet, quoy qu'ils rassemblent mieux ceux du milieu que les autres.*

la vision qu'ils rassemblent sensiblement quelques nombres de rayons paralléles au même point, & en second lieu par ce qu'on peut démontrer que ces sortes de verres ne rassemblent pas seulement ceux qui sont paralléles à leur axe, & qui viennent du point du milieu de l'objet ; mais encor tous les autres qui viennent de tous les points circonvoisins, & qu'ils sont même plus propres à cela que ne le sont, ny les éllipses ny les hiperboles ; puis qu'on ne peut pas prouver que monsieur Descartes ait jamais démontré, qu'ils soient capables d'en rassembler d'autres que ceux qui sont paralléles à leur axe, ce qui est assez inutile à la vision, par ce qu'il s'ensuivroit que ces sortes de verres ne pourroient faire voir distinctement qu'un seul point de l'objet. Mais il n'a pas voulu entrer trop avant dans cette difficulté, dont-il voyoit qu'il ne pourroit rien tirer qui ne fût tres desavantageux à ses nouvelles démonstrations, qui sont d'ailleurs tres-ingenieuses, & d'une assez grande

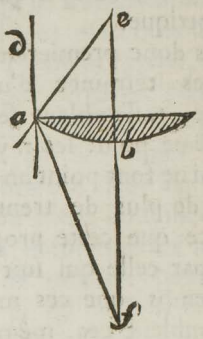
61. *Que les démonstrations de M. Descartes touchant les Elliptiques & les hyperboliques ne sont utiles que dans la Dioptrique.*

utilité

utilité dans la dioptrique & dans la catoptrique.

Je dis donc premierement, que les verres terminez d'une surface circulaire, rassemblent sensiblement en un même point les rayons paralleles, qui ne font point un angle d'incidence de plus de trente degrez; & par ce que cette proposition se prouve par celle qui suit : je dis en même temps que ces mêmes verres rassemblent ces mêmes rayons à peu prés à la distance de leur diametre, soit que la surface circulaire soit tournée vers l'objet, soit qu'elle soit tournée de l'autre côté. Cette derniere proposition suppose le verre en deux états différents. Il faut la démontrer premiérement en supposant la surface circulaire tournée du côté opposé à l'objet, d'où viennent les rayons paralléles, & montrer que dans la figure suivante la ligne *bf*, est à peu prés deux fois aussi longue que le demi-diametre *be*, ce qui n'est pas bien difficile : car en supposant que l'angle de réfraction dans le verre, est à peu prés la troi-

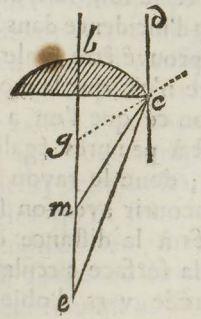
62. *Premiére prieté des verres circulaires.*



siéme partie de celuy d'incidence dans l'air, & que jusques au vingt ou même jusques au trentiéme degré, les angles sont à peu prés entre-eux comme leur sinus, ou comme les côtez qui leur sont opposez : il est clair que l'angle *a e b* étant double de *a f b*, qui est égal à l'angle de réfraction, 29. *prop. du premier livre d'Euclide*, le côté *a f* doit estre double du côté *a e* qui est le demi-diametre : or est-il que *a f* est à peu prés égale à *b f*; par ce qu'on doit toûjours rabatre icy l'épaisseur du verre qui est tres-peu considerable ; donc *b f*,

est presque double du demi-diametre, & par conséquent le rayon *a d*, qui aprés la réfraction va concourir avec celuy qui luy correspond au point *f*, se rassemble avec luy à peu prés à la distance du diametre du verre.

Il n'est pas beaucoup plus difficile de démontrer que cette proposition est encor veritable quand la surface circulaire du même verre est tournée vers l'objet ; car si le rayon paralléle, *d c* dans la seconde figure ne se rompoit qu'une fois ; il est seur qu'il



devroit aller se joindre avec son pareil au point *e*, & que l'on pourroit prouver, que l'angle *e c g* étant

double de *g e c*, *e g*, doit être double de *g c* qui est le demi-diametre, & qu'ainsi le rayon *d e* iroit se joindre avec son pareil, en un point qui en seroit éloigné de trois de ses demi-diametres ; mais ce même rayon soufre une seconde réfraction en sortant du verre, & il va se joindre avec son pareil en *m*, c'est à dire à peu prés, à la distance d'un diametre ; par ce que l'angle *m e c* étant double de *m c e*, comme cela s'ensuit nécessairément supposé que l'angle de réfraction dans le verre soit la troisiéme partie de celuy d'incidence dans l'air, *m e* que l'on a prouvé être égale à un demi-diametre n'est que la moitié de *m c*, qui selon ce que l'on a dit auparavant est à peu prés égale au diametre *m b* ; donc le rayon *d c* doit encor concourir avec son semblable à peu prés à la distance du diametre quand la surface circulaire du verre est tournée vers l'objet : donc la seconde proposition que nous avons faite est vraye dans tous les deux états où le verre se peut rencontrer : mais la premiére qui en dépend ne

l'eſt pas moins, par ce que pour prouver tout ce qui regarde la ſeconde propoſition, on ſuppoſe ce principe, que tous les angles qui ne paſſent pas 30. degrez ſont entre-eux comme leurs ſinus, où ce qui eſt la même choſe, comme les côtez qui leur ſont oppoſez, & l'on ne montre que les rayons *a d* & *d c* doivent concourir avec leurs ſemblables à la diſtance d'un diametre du verre, que parce que l'on ſuppoſe que les angles d'inclination & de réfraction, qu'ils font avec leurs perpendiculaires, n'excedent point cette grandeur de 30. degrez d'où il s'enſuit qu'on peut démontrer la même choſe, & à plus forte raiſon, de tous les autres rayons qui ſont compris entre ceux-là & leurs ſemblables; par ce que les angles qu'ils font tous avec leurs perpendiculaires ſont encor moindres. Il faut donc dire que tous ces rayons concourent auſſi au même point avec eux, & que l'on a eu raiſon d'avancer que les verres terminez d'une ſurface circulaire, raſſemblent ſenſiblement les rayons en un

63.
Que de quelque maniere qu'on les tourne, ils raſſemblent toûjours les rayons paralléles à la diſtance de leur diametre, quãd ils ne ſont convexes que d'un côté.

même point, quand ils ne font point des angles d'incidence de plus de 30. degrez.

64. *Les verres concaves, d'un côté seulement, ont à peu près la même proprieté.*

On a dit universellement que tous les verres terminez d'une surface circulaire ont cette proprieté, de quelque maniere qu'on les tourne, & l'on n'a pas fait de distinction entre les surfaces convexes & concaves; par ce que l'on peut prouver, par les mêmes raisons que l'on a apportées, que les verres concaves qui separent les rayons paralléles, au lieu de les réjoindre, les separent tellement, qu'en prenant tous ces rayons séparez, & en les produisant jusque sur le diametre, on trouve qu'ils concourent à la même distance du verre que l'on a dit; ou plûtôt qu'ils s'écartent en sortant du verre concave, comme s'ils venoient, sans se rompre, d'un point qui en fût éloigné de la longueur du diametre de la concavité. Il n'a donc pas fallu perdre le temps à faire des démonstrations separées pour les verres convexes & pour les concaves, & il ne faut que changer tres peu de

choſes dans les figures que l'on a miſes icy, & qui ne répreſentent que des verres convexes, pour faire que l'on entende tout ce que l'on a dit, auſſi bien des concaves que des autres & les intelligens le concevront aſſez.

Ce qu'il y a à remarquer icy c'eſt premiérement que l'on a coûtume de diſtinguer trois ſortes de foyers dans ces ſortes de verres ; le premier eſt le veritable foyer, qui eſt le point où ſe raſſemblent les rayons paralleles, & celuy là ne change point : le ſecond eſt le foyer reſpectif : où ſe raſſemblent les rayons qui ne ſont point parfaitement paralléles, & il change, comme l'on a dit cy-deſſus, à meſure que l'objet approche, parce qu'à meſure que l'objet approche, les rayons paralléles font toujours des angles plus grands avec leur perpendiculaire, & doivent enſuite aller concourir à une plus grande diſtance. Enfin la troiſiéme ſorte de foyer eſt celuy qui eſt propre des verres concaves & que l'on appelle leur foyer virtuel, par ce qu'il ne l'eſt proprement pas que de la maniere

65. *L'aſſemblage des rayons ſe fait diverſement ſelon la diverſité des verres & la différente ſituation de l'objet ; & c'eſt pour cela qu'on diſtingue trois ſortes de foyers.*

qu'on le vient d'expliquer dans le précédent article. Il ne change pas à l'égard de rayons paralléles ; mais il change comme le reſpectif à l'égard des autres ; c'eſt à dire que dautant plus que l'objet eſt proche, d'autant plus auſſi le foyer, ou le point du concours des rayons ſe trouve proche de ces verres, par ce que les rayons deviennent moins paralléles à meſure que l'objet approche, & les rayons qui viennent de l'objet, ne peuvent être moins paralléles, que ces ſortes de verres par où ils paſſent, ne les ſeparent davantage les uns des autres, & ne les diſpoſent par conſéquent à concourir plûtot & en un point plus proche du verre, qui les écarte de la ſorte.

66. Seconde proprieté des verres terminez de ſurfaces circulaires.

Il faut remarquer en ſecond lieu que comme les verres, qui ont une de leurs ſurfaces convexe, ont la proprieté de raſſembler les rayons paralléles qui viennent de l'objet à peu prés à la diſtance de leur diametre ; ſi l'on ſuppoſe l'objet à cette diſtance de ces verres, & que les rayons qui en viennent ne ſoient plus

sensiblement paralléles, ils ne les rassemblent plus ; mais qu'au contraire ils dévront les renvoyer paralléles, ou même les disperser & les écarter les uns des autres, si l'objet est encor plus prés qu'à cette distance. Il faut raisonner de la même maniere à proportion des verres concaves, & dire que si l'on suppose que ces mêmes rayons tombent convergens sur l'une de leurs surfaces, ils en sortiront ensuite paralléles. Tout cela s'entend assez de soy même, & ne suppose rien autre chose que ce que l'on a dit jusques à present de la premiere proprieté de ces verres, & des regles des réfractions. Les rayons peuvent donc être détournéz de toutes les manieres par toutes sortes de verres, selon que l'objet en est plus prés ou plus loin ; où si vous voulez, selon que l'on peut faire, que les rayons qui viennent d'un même point ne soient sensiblement paralléles entre-eux, avant que d'y entrer.

67. *On peut détourner les rayons de toutes les manieres par le moyen des verres pourveu qu'on puisse approcher ou éloigner l'objet comme l'on veut*

Il faut remarquer en troisiéme lieu que les mêmes raisons que l'on

a employé pour démontrer que les verres terminés d'une surface circulaire rassemblent les rayons à la distance de leur diametre, quand leur surface circulaire est tournée vers l'objet, prouvent que quand ces verres ont deux surfaces circulaires de même espece & de même diametre, ils rassemblent les rayons à une distance de la moitié moindre ; c'est à dire, à peu prés à la distance d'un demi-diametre, comme cecy n'est que pour les Geometres, & qu'il suffit pour les autres qu'ils retiénent ces diverses proprietés des verres, on n'a pas volu en faire des démonstrations separées, qui auroient été inutiles, & qui n'auroient fait qu'engager à des redites ennuyeuses.

68. *Proprieté des verres terminez de deux surfaces circulaires.*

69. *Autre proprieté considerable de ces verres.*

Une autre proprieté considerable des verres qui sont terminez de surfaces circulaires ; c'est qu'ils font à peu prés la même chose à l'égard des rayons paralléles qui viennent des points d'acôté de l'objet, que l'on a montré qu'ils sont capables de faire à l'égard de ceux qui viennent

du point du milieu & qui sont censez paralléles à leur axe.

Cela se peut prouver par expérience & par raison, que l'on peut tirer, ou de la nature de la figure circulaire, ou des principes de Geometrie que nous avons supposez, pour prouver ce que nous avons démontré des rayons paralléles, qui viennent du point du milieu de l'objet, & qui ne font point obliques aux surfaces des verres, je dis que l'expérience le prouve, au moins de ceux qui sont terminez par des surfaces convexes; par ce que nous voyons que ces sortes de verres, que l'on met au trou de l'œil artificiel, ne rassemblent pas seulement les rayons paralléles, qui viennent du point du milieu de l'objet, pour le faire voir distinctement; mais qu'ils font encor voir assez distinctement une grande partie des points visibles d'acôté; ce qui ne se peut faire qu'ils ne rassemblent aussi les rayons paralléles qui en viennent assez précisément, dans le même point.

70. *Preuves de cette proprieté, qui regarde l'assemblage des rayons d'acoté à même distance que ceux du milieu de l'objet.*

71. *Premiere preuve prise de l'expérience.*

72. *Seconde preuve tirée de la nature de la figure circulaire.*

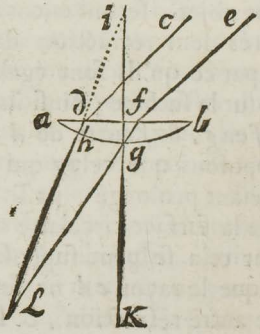
Je dis en second lieu qu'on peut prouver cela même par une raison tirée de la nature de la figure circulaire, par ce qu'on ne peut pas nier que de toutes les surfaces qui peuvent terminer un verre, & le rendre capable de rassembler les rayons paralléles, qui viennent des divers points des objets, il n'y en a point qui soit moins inégalement tourné vers tous ces divers points que la surface circulaire, comme monsieur Descartes est luy même obligé de l'avouër; quoy qu'il affecte de donner toûjours la préférence à l'hyperbole, pour faire croire, autant qu'il peut que ses démonstrations touchant cette figure, & touchant l'Ellipse, ne sont pas inutiles. Il est vray que cette surface, comme il dit fort bien, n'est pas capable de rassembler précisément dans un même point les rayons paralléles, qui viennent du point du milieu de l'objet; mais il suffit qu'elle en rassemble sensiblement plusieurs, & si cela suffit, comme on ne peut pas le nier; on ne pourra pas nier aussi, qu'elle ne soit plus propre

que toute autre figure, pour rassembler les rayons qui viennent de divers points, de la maniere qu'il suffit qu'elle les rassemble, puis qu'elle est plus également tournée vers ces divers points, que toutes les autres figures.

74. *Troisiéme preuve tirée des principes que l'on a supposé jusqu'à présent.*

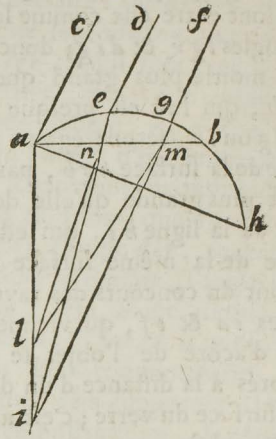
Mais on le peut encor prouver par les mêmes principes de Geometrie que nous avons établis cy-dessus; car si vous supposez par exemple que les rayons paralléles *defe*, tombent obliquement sur la surface droite ou plane du verre *ab*, ensorte que sa surface circulaire soit tournée du côté opposé a l'objet; ces rayons qui viennent d'un des points d'acôté du même objet, seront encor paralléles aprés leur réfraction dans le verre, par ce qu'ils sont également enclinés sur la surface; ainsi ils iront, l'un de *f* en *g*, & l'autre de *d* en *h*: mais supposons que celuy qui va de *d* en *h*, étant prolongé, passe par le centre de la surface circulaire qui est en *i* (car cela se peut supposer) il est seur que le rayon *cd* ne souffrira plus une autre réfraction, & sortant

du verre ; mais qu'il ira droit de *d* en *l*. Au contraire l'autre rayon *e f*, sera rompu une seconde fois au point *g* & l'angle *l g k*, qu'il fera avec la perpendiculaire, sera d'une moitié plus grand que l'angle, *i g f*, qui est à son égard l'angle d'incidence dans le verre. Reprenons maintenant nos principes & disons que l'angle *i g f* étant égal à l'angle *d i f*, 29. *prop. du premier livre d'Euclide*, l'angle exterieur *l g k*, sera d'une moitié plus grand que *d i f*, or est il que suivant les regles de la trigonometrie, que nous avons dêja supposées dans les autres démonstrations, le côté *i l* &



le côté *l g*, qui peut passer pour égal à *l h*, sont entre eux comme les sinus des angles *l g k* & *d i g*; donc il sera d'une moitié plus grand que *l g* ou que *l h*, qui luy est presque égale; donc *l g* ou *l h*, seront égales au diametre de la surface *a g b*, par ce que *i l*, est plus grande qu'elle de la longueur de la ligne *h i*, qui est le diametre de la même surface; donc le point du concours des rayons paralléles *i a* & *e f*, qui viennent d'un point d'acôté de l'objet se fera à peu prés à la distance d'un diametre de la surface du verre; c'est à dire, à la même distance, que concourent ceux, qui viennent du point du milieu.

Tournons maintenant le verre de l'autre sens, ensorte que la surface circulaire soit vers l'objet, & que les rayons paralléles qui viennent des point d'acôté de cet objet soient *c a. d e f g.* ils tomberont obliquement sur la partie *a b* du verre *a b h*, au lieu qu'ils tombent directement, & à plomb sur tout le verre *a b h*; consi-



derons les premiérement comme tombans sur tout le verre *a b h* : il est seur qu'on verra de la premiere réfraction qu'ils souffriront, à l'entrée de ce verre, qu'ils iront concourir à la distance de trois demi-diametres (on l'a déja démontré cy-dessus) c'est à dire, qu'ils iront concourir, par exemple, en *i* : mais si ensuitte on retrenche de ce verre la partie *b h*, en sorte qu'il ne reste plus que la partie *a b*, sur la-

quelle ils tombent obliquement, & au sortir de laquelle ils souffrent tous une seconde réfractiõ, excepté le rayon *a i* que l'on suppose perpendiculaire à la surface plane *a n mb* du verre *a b*, il est certain qu'ils concourent encore à la distance d'un diametre de la surface du verre, & au même point *l*, où l'on a montré qu'ils devoient concourir quand le verre est tourné d'une autre maniere : car comme *l i m* & *l i n*, selon les regles des réfractions que l'on suppose toûjours, doivent être doubles des angles, *l n. i.* & *l. m. i*, *l. i.* sera la moitié de *l n*, & de *l. m*, que l'on suppose tres-proches l'une de l'autre, & presque égales entre elles, & à la ligne *l a*; donc les rayons *d e f g* qui sont obliques à la surface *a b*, & qui viennent d'un des points d'acôté de l'objet, iront concourir à la distance que l'on a dit; & par conséquent de quelque maniere qu'on tourné les verres, & de quelque façon que les rayons tombent dessus, pourveu qu'ils ne fassent point des angles d'incidence plus grands que vingt ou même que 30. degrez,

ils se rassembleront toûjours à la même distance, & c'est en peu de mots toutes les proprietez des verrés terminés de surfaces circulaires.

Je ne repete pas que l'on peut prouver par les mêmes raisons, que les verres concaves ont aussi en leur maniere, à peu prés, le même effet sur les rayons paralléles, qui viennent des points d'acôté, qu'ils ont sur ceux qui viennent du point du milieu, & je ne dis pas non plus que si tous ces verres étoient ou concaves des deux côtez, ou convexes des deux côtez, ils disposeroient les rayons à concourir à leur foyer, ou virtuel, ou reel, une fois plus prés du verre, & à la distance d'un demi-diametre seulement; tout cela s'entend suffisamment par ce qui a été dit, & il faut éviter les redites.

74. *Les démonstrations précédentes ne prouvent pas que les verres terminez de surfaces circulaires, ayent la proprieté de rassembler physiquement & reellement les rayons paralléles, parce qu'ils ne se rassemblẽt que sensiblemẽt.*

Je veux seulement avertir qu'il ne faut pas s'étonner si on ne détermine pas précisément le lieu du concours des rayons dans toutes les démonstrations précédentes; ils ne se rassemblent qu'à peu prés au même point, & on ne peut pas démontrer

que ce qui ne se fait que sensiblement, se fasse précisément & d'une autre maniere : tout ce que l'on a dit est sensiblement vray, comme on a prétendu le démontrer, & il ne faut pas s'arrêter aux figures, par ce qu'on est obligé de donner trop d'étenduë aux verres, & que l'étenduë qu'on leur donne fait quelque fois paroître une manifeste disproportion dans les choses qu'on dit être sensiblement égales ; comme icy, par exemple, entre les lignes *n. l.* & *m. l*, que l'on doit concevoir fort proches l'une de l'autre, pour en pouvoir dire ce que l'on en a dit.

75. *On apporte les raisons de diverses apparitions dont on a parlé cy-dessus.*

Aprés avoir expliqué toutes ces proprietés particulieres de tous les verres qui sont terminez de surfaces circulaires, il n'est rien plus aisé que de rendre raison de toutes les diverses apparitions des objets, dont j'ay parlé cy dessus ; en prenant garde, comme j'en ay averti, au lieu où se trouve le verre ; car il est sûr que tout change dez-lors qu'on le change de place ; mais on ne peut déterminer où il doit être mis, que par rapport

au criſtalin, & à la figure de tout l'œil, qui demande qu'il ſoit, ou plus loin, ou plus prés de l'objet, ſelon qu'il eſt néceſſaire qu'il écarte plus ou moins les rayons qui viennent des mêmes points, & que la diſtance à laquelle il peut les voir plus clairement, eſt plus ou moins grande, ſi le verre donc eſt hors de ce lieu, & que l'œil auſſi, qui doit être naturelement entre le verre & ſon foyer, change de place; il arrivera une partie des changemens qui ſuivent, & l'on ſera maintenant capable d'en entendre les raiſons.

76. *A quelle diſtance de l'objet doivent être placés les verres convexes, pour ſervir aux Vieillards.*

Par exemple on doit avoir compris que les Microſcopes des Viellards doivent être placez à l'égard de l'objet, à peu prés à la diſtance de leur diametre, s'ils ne ſont convexes que d'un côté, ou à la diſtance de leur demi diametre, ſi leurs ſurfaces ſont toutes deux également convexes; par ce qu'il faut que les rayons qui viennent d'un même point de l'objet ſoient envovez vers leurs yeux comme paralléles : au contraire ils doivent être écartez les uns des autres

77. *Que l'objet en devroit être beaucoup plus proche, pour qu'ils puiſſent ſervir à ceux qui ont la veuë courte.*

pour pouvoir cõcourir sur le fond des yeux de ceux qui ont la veuë courte, & les objets ne pourroient pas presque être assez prés de ces sortes de verres pour qu'ils peussent leur servir.

78. *Quand les uns & les autres perdroient les objets de veuë.*

S'il arrivoit donc qu'un Microscope, dont un Vieillard se voudroit servir, se trouvât placé aussi prés de l'objet, qu'il en devroit être prés pour être à l'usage d'une personne qui auroit la veuë courte ; ou si réciproquement celuy cy se vouloit servir d'un Microscope dont l'objet fût à la distance que demande l'œil d'un Vieillard ; il paroît, où que tous les deux perdroient entiérement l'objet de veuë, ou qu'ils ne le verroient du moins que tres confusément.

79. *Comment cela arriveroit encore à l'égard de toutes sortes de personnes.*

Cela arriveroit encor à l'égard de toutes sortes de personnes, si l'on mettoit le Microscope trop loin de l'objet ensorte qu'il se trouvât bien au dela de son foyer ; car comme on a montré que les rayons qui viennent des mêmes points iroient pour lors en se rapprochant les uns des autres, & qu'il est rare de trouver des gens qui demandent que ces

rayons soient autrement que paralléles, puisque la plus part demandent même qu'ils soient un peu écartés les uns des autres, quand ils entrent dans les yeux; il est manifeste que l'objet ne pourroit être veu distinctement de personne en cet état, si ce n'est peut estre de quelqu'un qui se trouveroit par accident avoir la rétine extraordinairement proche du cristalin? ce qu'il est bon de remarquer icy: car en effet il se voit quelques fois de ces personnes, à qui pour cette raison on ne sçauroit trouver des lunettes assés convexes, & qui puissent faire que les rayons qui viennent des mêmes points se rapprochent suffisamment avant de tomber sur leur cristalin, qui ne pourroit les reünir, qu'à une trop grande distance s'ils étoient paralléles, comme le commun des Vieillards le demande. Il faut donc concevoir que les verres convexes qui ne reüniſſent point les rayons qui viennent des mêmes points, quand ils tombent sur eux trop écartez, & qui commencent à les reünir à la distance de leur

80. *Ceux qui auroient la rétine extraordinairement proche du cristalin ne les perdroient pas de veuë comme les autres.*

81. *La raison de cela.*

foyer quand ils y tombent paralléles, les reünissent bien plûtôt quand ils ont deja commencé de se rapprocher, & que c'est pour les reunir de cette derniere façon, & que le cristalin de ces personnes dont nous parlons, & qui tient lieu dans leurs yeux, d'un verre convexe, demande qu'il se rapproche. Or est-il qu'ils le font quand l'objet & le verre sont disposez de la maniere que l'on a dit dans cet article, dont-ils peuvent voir cet objet en cette rencontre. Mais cela s'entend assez de soy-même.

82. *Les rayons paralléles sont d'autant moins écartés l'un de l'autre que l'objet est plus éloigné du verre.*

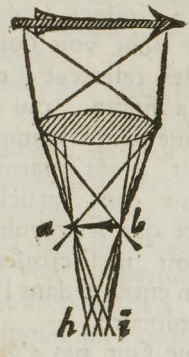
Faisons maintenant que l'œil que l'on a toûjours supposé jusqu'a présent, au lieu qu'il doit naturelement occuper entre le verre & son foyer, change de place, & que l'objet demeurant à la sienne, où nous l'avons mis dans l'article précédent, l'œil se recule du verre : je dis qu'il se trouvera un endroit, comme par exemple en *h i* ou l'objet devra luy paroître ; mais j'adjoute qu'il ne le verra que fort petit, & qu'il luy paroîtra même renversé ; premiérement il est seur qu'il le verra de cet endroit,

83. *Changemẽs qui arriveroit si l'œil étoit au dela de son lieu.*

par ce que comme ces verres ont la proprieté de réjoindre les rayons qui viennent des mêmes points quand l'objet en eſt auſſi éloigné qu'on le ſuppoſe, & qu'ils ſont auſſi que la pluſpart de ceux qui viennent de divers points ſe rapprochent un peu les uns des autres aprés en être ſortis ; il eſt conſtant que ceux cy ſe croiſeront en quelque part, & que les autres, aprés s'être reünis au même endroit, comme par exemple en *ab*, ſe disjoindront enſuite, & qu'ils iront en ſe ſéparant toûjours de plus en plus les uns des autres. Supposé donc qu'ils ſe ſoient reünis en *ab* ; ils ſeront déja ſuffiſamment ſéparez les uns des autres en *hi*, pour faire voir l'objet : mais comme une grande partie de ceux qui viennent de divers points, & qui peuvent ſervir à faire voir l'objet, ſe ſont auſſi dêja croiſez pour la ſeconde fois, & que pour faire voir l'objet en ſa ſituation ils ne doivent ſe croiſer qu'une ſeule fois avant que d'entrer dans l'œil, comme on l'a dit au livre premier ; il eſt évident qu'ils

84. *Comme l'objet paroîtroit pour lors fort petit & renverſé.*

ne



ne le feront voir que renversé Mais outre cela ils ne pourront le faire voir que fort petit, par ce que tous les rayons qui servent pour lors à faire voir l'objet ; ne viennent pas à l'œil autrement que s'il étoit en *a b*, & qu'il n'occupât que cette place.

Les objets paroissent aussi fort petits quand on les regarde à travers d'un verre concave, placé à quelque distance de l'œil, par ce que les rayons divergens & qui se croisent en y entrant, ne pouvant servir à la vision à cause que ces verres les écartent extrémement les uns des autres :

85. *Pourquoy il paroît aussi fort petit ; mais non pas renversé quand on le regarde a travers d'un verre concave un peu éloigné de l'œil.*

il n'y a que les rayons qui les penetrent sans se croiser, qui peuvent être d'usage pour voir l'objet, & ces verres les reserrent, comme il paroît par la figure, qui fait connoître à même temps comme cet objet ne doit point paroître renversé comme dans l'article précédent, par ce que les rayons qui servent à le voir, ne se croisent qu'une seule fois en entrant dans l'œil comme c'est l'ordinaire.

Mais il ne faut pas s'étendre davantage sur ces diverses apparitions des objets ; ce que l'on a dit suffit pour faire juger de toutes les autres choses qui peuvent arriver, soit en remuant les verres de leur place, soit en faisant que l'œil en change luy-même : la principale intention que j'ay eu en parlant des propriétez particulieres de tous les verres, qui sont terminez par des surfaces circulaires, a été de faire entendre, comme on peut faire toutes les combinaisons qu'il est necessaire, pour avoir des Microscopes & des Telescopes composez, plus parfaits que les sim-

ples, & dont l'usage aussi-bien que l'utilité soit commune à toutes sortes de personnes.

On a distingué deux sortes de Microscopes simples, & l'on peut aisément concevoir de tout ce que l'on a dit des proprietez des verres, que ceux qui peuvent être utiles à ceux qui ont les yeux bien disposez, pour leur faire voir les parties des objets qui en sont trop proches, devant tellement disposer les rayons qui viennent des mêmes points, qu'ils entrent dans les yeux comme parallèles; c'est à dire comme s'ils venoient d'un objet plus éloigné, cela ne se peut faire que l'objet que l'on suppose tres proche de l'œil, ne se rencontre presque à la distance de leur foyer, & qu'il faut par conséquent qu'ils soient extrémement convexes: mais voicy deux grands inconveniens qui naissent de cette trop grande convexité que ces verres doivent avoir; car premiérement les rayons divergens s'écartent beaucoup aprés en être sortis, particuliérement si l'œil demande, (comme il le deman-

86. *Défauts des Microscopes simples.*

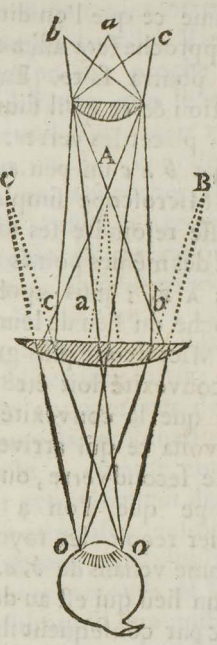
de en effet dans toutes sortes de personnes excepté dans les Vieillards) que l'objet en soit proche & à une moindre distance que leur foyer: secondement il faut, pour voir quelque partie un peu considerable de l'objet, en approcher extrémement l'œil, afin de recevoir plus grand nombre de ces rayons divergens, que l'on ne peut recevoir à une plus grande distance, à cause qu'ils s'écartent toûjours de plus en plus, depuis qu'ils en sont sortis: on a donc besoin de corriger ces défauts, & c'est à quoy la combinaison des verres est utile, comme nous l'allons faire voir premiérement dans les Microscopes composez, ensuite de quoy nous parlerons aussi des Téleſcopes pour donner le moyen de les faire les plus parfaits qu'il sera possible.

87. *Qu'on peut corriger ces défauts par le moyen des Microscopes composez.*

Je ne décriray qu'une seule maniere de Microscope composez de deux verres seulement, par ce que cela suffira pour faire connoître comment il est possible de perfectionner le simple, & de corriger les défauts que nous venons de dire, en y adjou-

tant si l'on veut encore un autre verre, comme ce que l'on dira des lunétes d'approche fera assez concevoir qu'on le pourra faire. En voicy la construction & ce qu'il faut observer pour bien placer les verres. On éloigne l'objet *b a c* un peu au dela du foyer du Microscope simple *e e*, afin qu'il puisse rejoindre ses rayons qui viennent des mêmes points par exemple en C A B, ; puis aprés on met assez proche du lieu de leur reünion, un autre Microscope plus grand *E e*, dont la convexité doit être beaucoup moindre que la convexité de l'autre ; & voila ce qui arrive : premiérement, le second verre, ou le second Microscope que l'on a adjouté, au premier reçoit les rayons divergens comme venans de *b, a. c*; c'est à dire, d'un lieu qui est au dela de son foyer, & par consequent il doit faire qu'ils deviennent convergens, & qu'ils s'approchent les uns des autres aprés en être sortis ; c'est la premiére chose : mais comme on suppose aussi qu'au lieu où il est, il reçoit les rayons qui viennent des mêmes points

88. *Construction du Microscope composé.*



aprés qu'ils ont commencé de s'écarter les uns des autres, & comme s'ils venoient d'un objet qui fut plus proche de luy que son foyer, il ne doit pas reunir ces mêmes rayons en

d'autres points ; au contraire il doit faire qu'ils s'écartent toûjours de plus en plus les uns des autres aprés en être sortis ; & c'est la seconde chose qui arrive aprés la jonction de ces deux verres, & aprés que l'on a ajouté le second Microscope au premier : mais cela étant ainsi, je dis que les défauts du Microscope simple ne doivent pas se rencontrer dans ce second qui est composé ; car premiérement les rayons divergens ne s'écartent point, au contraire ils se rapprochent toûjours de plus en plus au sortir du Microscope, comme on la prouvé : secondement ils peuvent tous entrer dans l'œil sans qu'il soit besoin de l'approcher de l'oculaire, qui est icy le second Microscope *E e* que l'on a adjouté au premier ; au contraire on recevra toûjours ces rayons plus parfaitement, & en d'autant plus grand nombre qu'on éloignera l'œil de cet oculaire jusqu'à une certaine distance ; par exemple, jusqu'à la distance *o o*. Il y auroit une imperfection dans cette sorte de Microscope ; car les rayons diver-

89. *Comment les défauts du Microscope simple se trouvent corrigez par le Microscope composé.*

90. *Les objets y paroissent renversez ; mais ce défaut n'est point considerable.*

gens ne venans, à l'œil qu'aprés s'être croisez deux fois, une fois dans le petit verre *ee*, (que l'on suppose avoir été le Microscope simple qu'il falloit perfectionner, & qui est icy l'objectif du composé) & une autrefois en entrant dans l'œil *oo*, cet œil devra voir l'objet *abc* renversé ; mais ce défaut n'est pas considerable, & comme ces instrumens ne sont faits que pour voir des objets que l'on y met exprés, & que l'on y peut tourner de toutes les façons, il n'importe gueres qu'on les voye renversez ou non ; c'est a dire que ce qui est à la droite paroisse à la gauche ou au contraire.

91. *Les rayons divergens grossissent les objets, & en s'approchant, & en s'éloignant les uns des autres.*

Il faut remarquer que ce sont toûjours les rayons divergens, qui font paroître l'objet plus grand, & qu'ils le peuvent faire en deux manieres, ou en s'approchant les uns des autres, comme dans ces Microscopes composez, où il font que l'objet *bac* paroît occuper tout l'espace C A B, ou en s'éloignans, comme nous verrons qu'ils le font dans les lunettes de Galilée.

Il faut remarquer en second lieu qu'il faut tellement placer l'œil, & à une telle distance du verre *E e*, qu'il ne reçoive pas tous les rayons qui viennent des mêmes points ; il faut pour bien faire que ceux de ces rayons qui sont les plus écartez vers les extrémitez ny puissent pas entrer, parce que ceux la, comme nous le ferons voir au traité de l'ondulation, ont de l'ombre à côte d'eux, & sont diversement colorez ; ainsi il font paroître comme des Iris au tour des parties qui sont aux extrémitez de l'objet qui empéchent qu'on ne le voyë assez distinctement. Il faut donc remarquer l'endroit où l'œil se trouve à la juste distance de ce verre, & y placer, si l'on veut, un carton, qui ait une ouverture dans le milieu, qui soit à peu prés de la grandeur de la prunelle.

92. *En quel endroit l'œil doit être placé pour voir l'objet par le moyen du Microscope composé.*

Une troisiéme chose qu'il faut remarquer icy, est que nous ferons encor remarquer a chaque fois que nous parlerons de quelque nouvelle combinaison de verres pour faire les Téleſcopes ; c'est que ces sortes de Mi-

93. *Que les verres des Microscopes & des Telescopes doivent être approchez ou reculez l'un de l'autre selon la diverse disposition du cristalin.*

croscopes composez ne pourroient être d'aucun usage aux Vieillards; les verres y demeurans dans la situation que nous les avons mis; il seroit nécessaire pour les mettre à leur point d'éloigner l'oculaire de l'autre, jusqu'à ce que les points *e a b*, où se croisent les rayons qui viennent des mêmes points, se trouvassent au foyer de ce verre, comme on en voit assez la raison; au contraire il faudroit l'approcher encor plus prés qu'il n'est de ces mêmes points pour le rendre utile à ceux qui ont la veuë courte, & pour les autres dont on a parlé, & qui ont le cristalin plus prés du fond de l'œil que les Vieillards du commun: il seroit nécessaire de le transporter au dela même de ces points, comme on le conçoit encor assez de ce que l'on a dit cy dessus, de la maniere dont il faut que les rayons qui viennent des mêmes points tombent sur le cristalin de ces sortes de personnes.

La construction des Telescopes n'est pas fort différente de celle des Microscopes; car dans l'un & dans

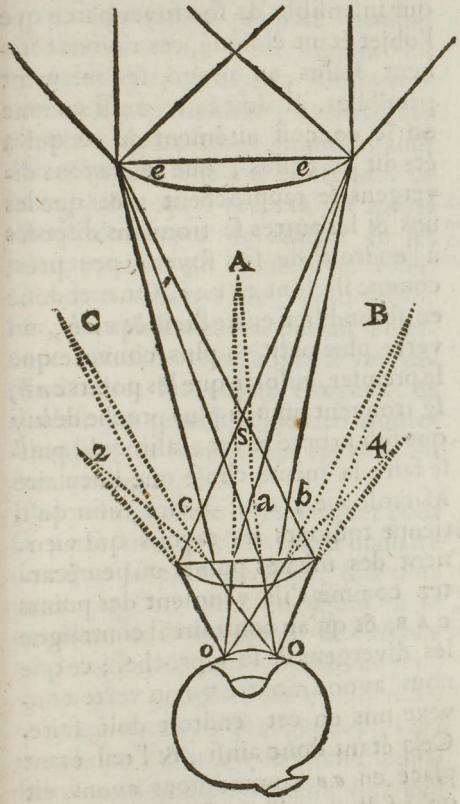
l'autre, ce sont des verres de même espece ; c'est à dire convexes, & la combinaison même s'en fait à peu prés de la même maniere ; ce qui ne doit pas sembler extraordinaire ; puisque l'un & l'autre doit disposer les rayons, ensorte que l'objet paroisse à la même distance ; c'est à dire à celle ou l'œil est disposé à voir mieux les choses. Cela n'empêche pas que ces rayons, comme nous l'avons dit cy dessus, par rapport aux objets différens dont ils partent, ne soient différemment disposez par le Télescope & par le Microscope, & que les propriétés que nous avons attribuez à l'un, de rendre les rayons qui viennent des mêmes points moins paralléles, & à l'autre de les rendre plus paralléles que s'ils venoient immediatement des objets ne subsiste, du moins dans la plus part de ces instrumens, & eu égard à la nature de l'un & de l'autre comme il sera aisé de le reconnoître à ceux qui voudront prendre la peine de l'examiner. Il se peut faire cependant qu'un Microscope soit long & com-

95. *La difference qui est entre les Téleſcopes & les Microſcopes.*

posé de plusieurs verres, & qu'ainsi par accident quelques fois les Microscopes composez ne différent point en cela des Téleſcopes, & que toute leur différence ne consiſte qu'en ce que l'un ſoit pour voir les grands objets qui ſont éloignez, & l'autre pour faire voir plus diſtinctement les parties de ceux qui ſont fort petits & fort proches, ou bien encor ſi vous voulés dans la qualité des verres l'oculaire du Microſcope devant toûjours étre plus grand que ſon objectif, qui eſt toûjours plus grand, & moins convexe que l'autre dans le Téleſcope : mais on concevra mieux tout cela en comparant l'un avec l'autre, aprés qu'on aura expliqué la conſtruction de celuy où les verres doivent être diſpoſés de la maniere que je vas dire.

96. *Conſtruction du Téleſcope composé.*

Prémierement on met le grand verre *e e*, qui doit ſervir d'objectif, & qui eſt convexe d'un côté, au bout d'un tube, pour être tourné vers l'objet, dont-il eſt clair qu'il doit raſſembler tous les rayons qui viennent des mêmes points en autant


e
e
A
C
B
2
4
S
c
a
b
o
o

d'autres points, à une distance presque insensible de son foyer parce que l'objet étant éloigné, ces rayons tombent dessus au moins sensiblement paralléles. Il doit faire aussi comme on le conçoit aisément de ce qui a été dit cy-dessus, que les rayons divergens se rapprochent, & que les uns & les autres se trouvans disposés à l'endroit de son foyer à peu prés, comme ils sont en *cab*. On met donc en second lieu entre l'œil & *cab*, un verre plus petit & plus convexe que le premier, ensorte que les points *cab*, se trouvent un peu plus proche de luy que son propre foyer, afin qu'il puisse faire la même chose que l'oculaire Microscope ; c'est a dire, afin qu'il tienne toûjours les rayons qui viennent des mêmes points un peu écartez comme s'ils venoient des points CAB, & qu'au contraire il contraigne les divergens de se raprocher ; ce que nous avons montré qu un verre convexe mis en cet endroit doit faire. Cela étant donc ainsi, & l'œil étant placé en *oo* comme nous avons dit qu'il falloit qu'il le fût dans le Mi-

croscope il n'est rien plus clair que l'objet luy devra paroître comme s'il étoit en CAB, & comme s'il occupoit tout cet espace il le verra aussi tres parfaitement, & toutes les parties luy paroîtront du moins aussi distinctement que s'il étoit dans ce lieu, parce qu'il recevra du moins autant de rayons de chacun de ses points, que s'il y étoit en effet. Ces deux verres donc, ainsi disposez, composeront un parfait Télescope qui sera tres propre à voir distinctement les objets éloignez, & il n'est pas necessaire de rien ajoûter à tout ce qne l'on a déja dit pour en être persuadé.

97. *Son effet, & la maniere dont-il fait paroître l'objet.*

Il y a une chose à remarquer pour sa perfection ; c'est que l'oculaire doit être le plus convexe, & le plus petit que l'on peut eu égard à la grandeur de l'objectif & de l'espace où il rassemble les rayons divergens, qu'un plus grand objet y rassemble toûjours dans un plus grand espace, comme on l'a dit en son lieu ; la raison pour laquelle l'oculaire doit être le plus petit qu'il est possible, eu

98. *Que l'oculaire en doit être le plus convexe & le plus petit qu'il est possible.*

égard à ces deux choſes, c'eſt qu'on a moyen pour lors de l'approcher plus prés des points *c a b*, & qu'ayant ſon foyer plus prés de ſoy qu'un plus grand, il fait prémiérement, que les rayons qui viennent des mêmes points ſe raſſemblent mieux & en plus grand nombre dans un petit cône, & qu'ainſi on en voit plus clairement l'objet, & à une moindre diſtance; ſecondement il oblige les rayons divergens à ſe rapprocher d'avantage les uns des autres, & fait que l'objet en paroît plus grand, & comme s'il étoit, par exemple, en 234. Il ne faut pas cependant qu'il ſoit trop petit, parce qu'il écarteroit trop les rayons divergens, & que la viſion en deviendroit confuſe.

Pour l'uſage de ces inſtrumens eu égard à la diverſe diſpoſition des yeux & du criſtalin, on en doit dire toute la même choſe que ce que l'on a dit de l'oculaire du Microſcope, & on le doit icy avancer, & reculer de la même maniere : on doit cependant faire en même temps quelque diſtinction entre ces deux inſtrumens quand

à la maniere dont-ils représentent l'objet ; car comme ils se trouve aussi renversé dans cette prémiére sorte de Téleſcope , il paroît , que ſi cela ne rend point ſon uſage défectueux quand on ne s'en ſert que pour regarder le Ciel & les aſtres ; il devient auſſi d'un autre côté tres incommode quand on regarde ſur la terre , où il n'eſt gueres agreable de voir les hommes & les maiſons renverſées , outre que cela même embarraſſe entiérement ceux qui s'en veulent ſervir , & qui à moins d'une grande habitude ne ſçauroient comment trouver les objets , qu'il faut aller chercher en haut quand ils ſont en bas , & à la droite quand ils ſont à la gauche. Il faut donc dire que ce renverſement qui n'eſt pas un défaut dans le Microſcope , en eſt un aſſez conſiderable dans le Téleſcope.

99. *Qu'il y a un défaut aſſez conſiderable dans cette prémiére maniere de Téleſcope.*

Il y a deux moyens d'y remedier, qui nous fourniront des Téleſcopes de deux autres manieres & de nouvelles combinaiſon de verres. Le prémier moyen que l'on a trouvé pour empêcher ce renverſe-

100. *Il y a deux manieres d'y remedier.*

ment des objets dans ces sortes de Téleſcopes, c'eſt de changer l'oculaire convexe, & d'en mettre un concave ; mais il faut avoir égard qu'il ſoit tellement diſpoſé avant le concours des rayons qui viennent des mêmes points, que les autres points *c a b*, où ils doivent ſe raſſembler, ſe trouvent à peu prés à la diſtance de ſon foyer : car cela étant ainſi, il arrive prémiérement, ſelon ce qui a été dit cy-deſſus des proprietés des verres, que ces mêmes rayons qui viennent des mêmes points tombent deſſus aprés s'eſtre approchés les uns des autres, & qu'ainſi ils en ſortent quaſi comme paralléles, & que les divergens au contraire qui y tombent quaſi comme paralléles, en ſortent quaſi auſſi divergens que s'ils y étoient tombez tout à fait paralléles ; ſecondement il arrive que ces rayons divergens ne peuvent plus ſe croiſer une ſeconde fois en entrant dans l'œil, & par conſéquent que ces ſortes de Téleſcopes en corrigeant le défauts des prémiers font paroître l'objet en ſa ſituation naturelle.

Il y a pourtant une autre incommodité assez considerable dans cette seconde façon de Téleſcopes ; car comme le verre oculaire & concave que l'on met en la place de l'autre, rend les rayons qui viennent de divers points de l'objet ſi divergens que l'œil, pour prés qu'il en ſoit, ne peut les recevoir tous ; on ne peut voir avec ces ſortes de lunétes qu'une tres petite partie de l'objet, on en decouvre même une partie d'autant plus petite que la lunéte eſt longue, parce que, quelque grand que ſoit l'oculaire, on ne peut jamais le découvrir plus que la grandeur de la prunelle le demande ; ainſi tout ce que l'on peut voir de l'objet doit paſſer par le milieu de cét oculaire ; c'eſt à dire par un eſpace grand comme la prunelle : or eſt-il que la lunéte étant fort longue il ne ſe trouve dans cet endroit qu'une petite partie de l'objet, parce que d'autant plus elle eſt longue d'autant moins l'objectif eſt convexe, & d'autant moins il eſt convexe d'autant plus les rayons divergens qu'il raſſemble au tour de

102. *Qu'elle n'eſt pas parfaite, & qu'il y a encore à redire à cette ſeconde ſorte de lunéte.*

103. *Ses incommodités.*

son foyer, & qui viennent des divers points de l'objet occupent ils de place, & d'autant plus qu'ils occupent de place, d'autant moins l'oculaire en peut recueillir dans le même espace, outre qu'il écarte même encore plus ces mêmes rayons qu'il ne fait dans une lunéte plus courte. Parce qu'ils tombent sur luy plus sensiblement paralléles. Ces lunétes donc qui à la verité sont plus commodes que les autres sur terre, pourveu qu'elles ne soient pas d'une grande longueur, & qu'elles n'excedent pas au plus trois pieds, sont aussi beaucoup moins d'usage qu'elles pour le Ciel, & pour les astres parce qu'on n'en peut découvrir à la fois qu'une fort petite partie.

164. *Quelle longueur on leur doit donner, & que les plus longues ne sont pas les meilleures.*

Le second moyen de redresser les objets, suppose une autre combinaison de verres d'une autre nature; & quoy qu'il y ait aussi quelque chose à redire dans la troisiéme sorte de lunéte que l'on en compose, en ce qu'elle paroît un peu plus obscure que les autres; on peut dire cependant qu'elles leur sont préférables

165. *Seconde maniere de corriger les défauts du Telescope composé.*

puis qu'en redreſſant les objets, comme celles de la ſeconde façon elles ne ſervent pas à découvrir une moindre étenduë que les prémiéres ; en voicy la conſtruction au lieu d'un oculaire on en met deux, & comme on les diſpoſe à l'égard l'un de l'autre, de la même maniere qu'on a dit qu'il falloit diſpoſer l'oculaire, a l'égard de l'objectif, dans la prémiére ſorte de Téleſcope, on ne peut manquer de faire que les rayons divergens ſe croiſent une troiſiéme fois avant que d'entrer dans la prunelle ; & par conſéquent l'objet ſe trouve redreſſé. Il eſt vray que les verres qui ne ſont pas toûjours trop parfaits & des mieux taillez, & que les rayons divergens qui ne ſe raſſemblent pas trop exactement aprés le premier, ſe raſſemblent encor beaucoup moins parfaitement aprés le ſecond, & qu'ainſi on trouve de la difficulté dans la combinaiſon du troiſiéme, & que c'eſt un bonheur quand on en rencontre trois qui ſe trouvent bien aſſortis ; mais pour avoir plûtot fait, on en met un quatriéme entre les deux

106. *Conſtruction d'une troiſiéme façon de lunétes meilleures que les autres.*

107. *On y met deux oculaires, & comment on les peut bien combiner.*

derniers, c'eſt a dire entre les deux oculaires, qui ſert à racommoder les rayons, en les prenant avant leur concours, & en les obligeant ſelon les principes que l'on a poſez cy-devant à coucourir plûtot plus préciſément & à une moindre diſtance du premier oculaire; ce qui fait qu'il y en a pour lors trois dans ce Téleſcope, en contant ce dernier verre que l'on met entre les deux autres: mais on ne doit proprement point le conter; parce qu'il ne ſert qu'à prendre les rayons du prémier oculaire pour les remettre en état de les faire concourir auſſi parfaitement, que s'ils n'avoient point encor été raſſemblez, par aucun verre, & qu'ainſi il ne doit être conſideré que comme un ſeul oculaire avec luy.

108. *Qu'on ne peut évi ter qu'elles ne ſoient un peu obſcures.*

Il y a un petit inconvenient à ajoûter à ce quatriéme verre; car comme tous les rayons qu'il reçoit du prémier oculaire ont déja commencé de ſe rapprocher quand ils tombent ſur luy, il doit ſelon ce qui a été dit cy-deſſus les obliger à concourir à une bien moindre diſtance que ſon foyer,

& par conſéquent il doit écarter les divergens plus qu'ils n'auroient été écartez par le prémier oculaire, ce qui doit faire paroître l'objet plus obſcurément ; parce qu'il n'y a pas une plus grande multitude de rayons, & qu'ils occupent cependant un plus grand eſpace. Il y en a qui ſans faire reflexion à ce défaut ajoûtent juſqu'à cinq oculaires pour donner encor plus d'étenduë aux rayons divergens en cét endroit ; mais il eſt évident qu'ils ſe trompent, outre que s'il y a quelque défaut dans ces ſortes de lunétes, il ne vient comme on a dit ordinairement que de ce qu'elles ſont plus obſcures que les autres, parce que la multitude & l'opacité des verres affoiblit toûjours les rayons de plus en plus Ils augmentent donc à plaiſir ce défaut, en multipliant ſi fort le nombre de ces verres.

109. *Qu'il y en a qui mettent juſqu'à cinq oculaires dans ces ſortes de lunétes ; mais cela les gaſte.*

J'ajouterois icy quelque choſe du moyen de les tailler, & je parlerois auſſi de quelqu'autre ſorte de lunétes de nouvelle invention, pour redreſſer les objets par réflection, & pour faire que l'on voye dedans avec les deux

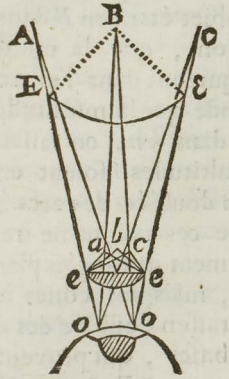
110. *On ne parle point icy de la maniere de tailler les verres.*

yeux ; mais les intelligens comprennent assez comme cela se peut faire ou plûtot comme cela se peut tres-difficilement faire : d'ailleurs comme toutes ces choses ne sont que des jeux de l'imagination, qui ont peu d'utilité, & qui ne dépendent d'aucuns autres principes que de ceux que l'on a expliquez dans le cours de ce livre, on me dispensera bien d'en parler & de ne proposer pas aussi de nouvelles machines pour la coupe des verres ; je ne m'y suis jamais exercé, & je suis persuadé d'ailleurs qu'il ne faut point tant chercher de finesses pour les ouvriers, que l'on fait toûjours mieux de laisser en possession de de suivre une certaine maniere aisée, qui les fera toûjours mieux reüssir par hazard & par routine que par étude.

III. *On ne propose pas aussi de nouvelles machines pour cela, parce que les plus simples sont les meilleures pour les ouvriers.*

Je me contenteray d'adjoûter icy trois mots pour répondre à une question que l'on peut faire & qui regarde l'utilité & la perfection de tous ces instrumens dont nous avons parlé ; car on peut demander quelle est la regle pour juger de combien la vision est plus forte, lors qu'on regarde l'objet

l'objet à travers de ces instrumens, que lors qu'on le voit sans leur secours : par exemple on peut demander comment il faudroit s'y prendre pour determiner combien la vision de l'objet *a b c*, seroit renduë plus forte avec le Microscope simple *ee*, que sans luy.



Prémiérement je suppose que ce Microscope fait que les rayons qui viennent des mêmes points de cet objet, entrent dans la prunelle *o o* comme s'ils venoient de quelques points plus éloignez, comme par

112. *Regle pour déterminer de combien la vision est plus forte quand on se sert de lunettes, que lors que l'on ne s'en sert pas.*

exemple des points ABC, & cela supposé je dis que voicy la regle pour juger de ce que l'on demande: il faut tirer du centre un arc de cercle *EnE*, & faire l'angle *BBE*, égal à l'angle *ebe*, car la vision qui se fera par le moyen du Microscope *ee*, l'objet étant en *b* sera plus forte que celle qui se feroit sans ce verre, l'objet étant en *B* dans la même proportion, que la multitude des rayons qui sont dans l'espace *Ee*, est plus grande que la multitude de ceux qui sont dans *nn*, en faisant que ces deux multitudes soient entre elles en raison doublée des arcs *EE. nn*, parce que ces rayons ne rempliſſent pas seulement des angles plans *EBE*, & *nBn*, mais des cônes solides qui sont en raison doublée des diamétres de leur bases, qui peuvent être prises icy pour *EE* & *nn*. Il y auroit quelque changement à faire dans cette Regle pour ce qui regarde les Téleſcopes; mais on peut raisonner des uns à proportion des autres. Pour ce qui est de la grandeur de l'image de l'objet, & de l'étenduë que ces instru-

mens luy donnent on ne peut pas en donner de regle generale, cela dépend de la convexité plus ou moins grande de chaque verre particulier, & du lieu où se croisent les rayons divergens avant que d'y entrer on n'en peut pas non plus donner pour déterminer la distance précise à laquelle cette image paroît, parce que cela depend aussi de la differente convexité du cristalin & de la disposition de tout l'œil de chaque particulier, & par conséquent de la connoissance que chacun a de la distance à laquelle il voit plus parfaitement les choses; car c'est jusques à cette distance que les verres doivent en approcher l'objet, s'il est au dela, ou le remettre s'il est en deça plus proche de l'œil qu'il ne demande.

113. *On ne peut pas donner de regle générale pour déterminer de combien l'objet paroît plus grãd quand on se sert de ces instrumens.*

114. *Non plus que pour déterminer le lieu où ils le font paroître.*

FIN.

EXTRAIT DU PRIVILEGE du Roy.

PAR grace & Privilege du Roy en date du 20. Octobre 1679. signé DE LA BAUNE, il est permis au R. P. ANGOT Religieux de la Compagnie de JESUS, de faire imprimer un livre intitulé, *traitté de L'Optique*, avec défence à tous Imprimeurs & Libraires d'en imprimer sans le consentement de l'Exposant, à peine de cinq cens livres d'amande, de confiscation des exemplaires, & de tous depens dommages & interests.

Registré sur le Livre de la Communauté des Marchands Libraires & Imprimeurs de Paris.

Signé ANGOT Syndic.


TRAITE
DE
OPTI

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
4
5
6
inch