



**BURNDY  
LIBRARY**

CHARTERED IN 1941

BUDN Qc353. N556H

GRACE K. BABSON 1922  
COLLECTION OF THE WORKS  
OF SIR ISAAC NEWTON

# TRAITÉ D'OPTIQUE

SUR

LES REFLEXIONS, REFRACTIONS,

INFLEXIONS, ET LES COULEURS,

DE

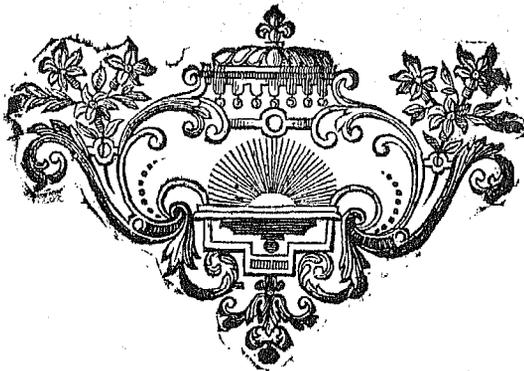
LA LUMIÈRE.

Par Monsieur LE CHEVALIER NEWTON:

*Traduit par M. COSTE, sur la seconde Edition Angloise,  
augmentée par l'Auteur.*

SECONDE EDITION FRANCOISE,

beaucoup plus correcte que la premiere.



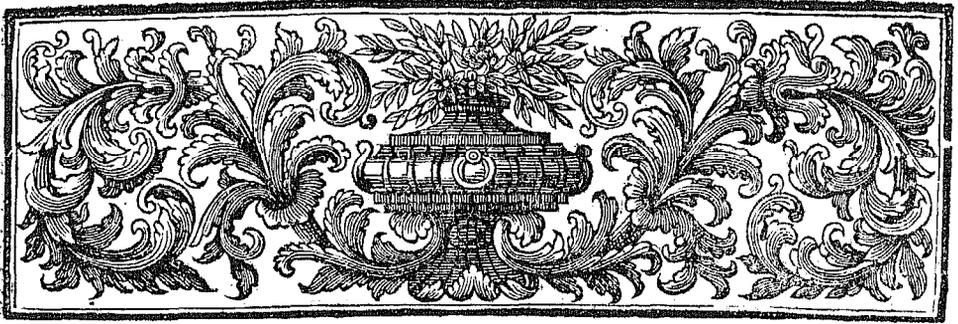
A PARIS,

Chez MONTALANT, Quay des Augustins, du côté  
du Pont saint Michel.

---

M. DCC. XXII.

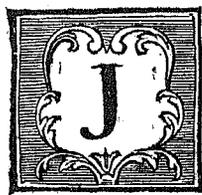
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.



# P R E F A C E

D U

## T R A D U C T E U R .



'AI entrepris la Traduction de ce Traité d'Optique par l'ordre \* d'une grande Princesse , aussi distinguée par ses Lumieres que par son Rang & sa Naissance. Sans trop considerer la difficulté du travail , je m'en chargeai d'abord aussi facilement , que si j'eusse crû que le desir de lui obéir me tiendroit lieu de genie. Mais je ne fus pas long - temps à m'appercevoir que plus cette illustre Princesse prenoit d'interêt à cet Ouvrage , plus je serois blâmable d'en publier une Copie

\* Son Altesse Royale Madame la Princesse de GALLES.

## P R E F A C E

indigne de l'Original. Comme c'est un tissu merveilleux de raisonnements solides, fondés sur des Experiences toutes nouvelles, détaillées avec beaucoup de précision & de netteté, on a droit d'exiger de moi que je fasse passer dans ma Traduction cette justesse & cette clarté, qui jointes à une pénétration & une sagacité incomparables, caractérisent si bien l'Esprit de l'Auteur; & j'ose assûrer que je n'ai épargné ni temps ni soin pour en venir à bout. J'aurois souhaité pouvoir joindre à l'exacritude ce tour vif & délicat du † Secrétaire de l'*Académie Royale des Sciences*, qui a trouvé l'art de donner de l'agrément à la Solidité, sans lui rien ôter de son poids: mais heureusement, les personnes pour qui cet Ouvrage est destiné, me feront grace sur cet article, s'ils trouvent qu'en effet je leur ai fidèlement exposé la pensée de M. le Chevalier de NEWTON.

Pour les satisfaire sûrement à cet égard, j'ai eu recours, du consentement de l'Auteur, aux Lumieres d'un habile Mathématicien qui a eu la bonté de revoir mon Manuscrit avec soin. C'est M. *Desaguliers*, Membre de la *Société Royale*, où il est employé.

## DU TRADUCTEUR.

en titre d'office, à faire les Experiences qu'on propose dans cette fameuse Assemblée ; & qui dans des *Cours de Philosophie Experimentale*, qu'il fait tous les jours chez lui, démontre en particulier *les Experiences sur la Lumiere & les Couleurs*, qu'on trouvera dans cet Ouvrage.

Quoiqu'on ait fait dans tous les temps des recherches sur la nature de la *Lumiere & des Couleurs*, on verra par la lecture de cet Ouvrage que tout ce qu'on avoit publié jusqu'ici sur ce sujet, n'étoit fondé que sur des hypotheses plus aisées à détruire qu'à imaginer.

Il paroît par un passage des *Questions Naturelles* de SENEQUE, que le Prisme de Verre par lequel on sépare les différentes Couleurs de la Lumiere, n'étoit pas inconnu de son temps. *Virgula solet fieri*, dit-il, \* *vitrea, stricta, vel pluribus angulis in modum clava torosa*. Et si cette baguette, ajoute-t-il, *immédiatement après*, reçoit de côté la Lumiere du Soleil, elle fait voir les Couleurs qu'on observe dans l'Arc-en-Ciel : *Hæc si ex transverso Solem accipit, colorem talem qualis in Arcu videri solet, reddit*. Mais Seneque étoit fort éloigné de se servir de cette espece

\* Naturalium Quæst. Lib. i. cap. 7.

## P R E F A C E

de Prisme pour expliquer la nature & des Couleurs; puisqu'il conclut de cette variété de Couleurs que lui découvroit son Prisme, † *Qu'il n'y a point là de Couleur, mais l'apparence d'une fausse Couleur telle que celle qui paroît & disparoît sur le cou des Pigeons, à mesure qu'il change de situation.*

Les Philosophes Modernes ont vû sans peine que cette distinction de Couleurs en vrayes & fausses, étoit tout-à-fait chimerique, & que toutes les Couleurs sont également vrayes. Mais quand ils ont voulu raisonner sur la nature de la Lumiere, & nous apprendre ce que c'est que les Couleurs qui en émanent, & ce qui les distingue les unes des autres; ils ne nous ont donné que de pures suppositions qui ne nous enseigneroient rien de précis si elles étoient veritables, & dont on ne sçauroit démontrer la verité par aucune Experience Physique.

Enfin M. le Chevalier Newton uniquement appliqué à consulter la Nature, l'a comme forcée à lui découvrir son secret. Il a trouvé par des Experiences sensibles, &

† *Apparet non fieri ullum colorem, sed speciem falsi coloris, qualem Columbarum cervix & sumit & ponit, utcumque deflectitur.*  
ibid.

## DU TRADUCTEUR.

variées en différentes manières, que la Lumière est un Composé de Rayons de différentes Couleurs; que ces Rayons une fois séparés & observés à part, conservent constamment leur Couleur originaire, sans qu'aucune Réfraction ou Reflexion, ou mélange d'Ombres puisse l'alterer; que les Rayons de chaque Couleur particulière ont leur degré particulier de refrangibilité; que les Rayons de Lumière qui diffèrent en Couleur, diffèrent constamment en degrés de refrangibilité; & que c'est de cette différence de refrangibilité que dépend la différence de leurs Couleurs: d'où il s'ensuit que toutes les Couleurs qui existent dans la Nature, sont en effet telles que les doivent produire les Qualités colorifiques & originales des Rayons dont la Lumière est composée; & que si la Lumière ne consistoit qu'en Rayons également refrangibles, il n'y auroit qu'une seule Couleur dans le Monde, & qu'il seroit impossible d'en produire aucune nouvelle, ni par Reflexion, ni par Réfraction.

La Refrangibilité de chaque espèce différente de Rayons étant déterminée, comme M. le Chevalier de Newton a trouvé moyen de le faire par des Expériences incontestables,

## P R E F A C E

il est aisé d'expliquer mathématiquement toute sorte de Phenomenes concernant les Couleurs qui peuvent être produits par la Refraction ; & dès-là la Science des Couleurs devient une spéculation tout aussi capable d'être mathématiquement démontrée, qu'aucune autre partie de l'Optique , comme le verront tous ceux qui prendront la peine de lire cet Ouvrage.

Un Problème des plus curieux , & qui a fait imaginer à M. le Chevalier Newton plusieurs Experiences très-déliçates dont toutes les circonstances concourent à confirmer sa Theorie des Couleurs , c'est le resultat du different mélange des Rayons homogenes qui composent la Lumiere. Il a trouvé, par exemple, que du mélange de toutes les Couleurs simples il en résulte du Blanc ; & que par conséquent le Blanc n'est autre chose qu'un composé de toutes les Couleurs primitives , mêlées ensemble. Après avoir formé par le mélange de toutes ces Couleurs un petit Cercle de Lumiere blanche , qu'il fait tomber sur un morceau de Papier, ( ce que vous trouverez décrit dans la dixième Experience de la SECONDE PARTIE du PREMIER LIVRE ) il fait voir \* que , si l'on inter-

\* Pag. 153. 154. 155. &c.

## DU TRADUCTEUR.

cepte une ou plusieurs de ces Couleurs , la Blancher dispareît aussi-tôt , & se trouve changée en une Couleur qui provient du mélange des autres Couleurs non-interceptées ; & que , si laissant passer les Couleurs qu'on avoit interceptées , on les fait tomber sur cette Couleur composée , elles se mêlent avec elle , & par ce mélange rétablissent la Blancher en un instant. Ensuite interceptant à diverses reprises des Rayons de différentes especes, il fait voir à l'Oeil les différentes Couleurs qui proviennent du mélange de ceux qui restent : & ailleurs † , dans un mélange de Couleurs primitives , la quantité & la qualité de chaque Couleur étant données , il nous enseigne le moyen de connoître la Couleur du Composé.

Cet article de la composition des Couleurs , qui portée à ce degré de précision est si admirable , n'est dans le fond qu'une conséquence de la séparation des différentes Couleurs homogenes qui composent la Lumiere. Mais cette séparation de la Lumiere est l'effet d'une sagacité & d'une adresse si merveilleuse , qu'un des plus grands Genies de l'Antiquité , le divin PLATON , a soutenu

† Pag. 173. 174. 175. &c.

## P R E F A C E.

qu'il n'étoit pas au pouvoir de l'homme de connoître au juste en quelle proportion le différent mélange de certaines Couleurs doit produire d'autres Couleurs. *Et qui viendroit, \** dit-il, à le découvrir, ne devroit pas le dire, parce qu'il ne sauroit en aucune manière en donner une raison nécessaire, ni même probable. Mais, ¶ ajoute-t-il, si quelqu'un mettoit la main à l'œuvre pour déterminer actuellement la chose, il feroit voir par-là qu'il ignore la différence qu'il y a entre la Nature Divine & la Nature Humaine. Car Dieu peut mêler plusieurs choses en une, & en diviser une en plusieurs; parce qu'il sait & peut en même-temps. Mais il n'y a point d'homme aujourd'hui, & il n'y en aura jamais aucun qui puisse faire l'un ou l'autre. Platon raisonnoit juste, mais sur une supposition qui s'est enfin trouvée fausse. Il avoit raison de soutenir que pour déterminer précisément quelles Couleurs doivent provenir du mélange de

<sup>a</sup> Τὸ δ' ὅσον μέτρον ὄγκοις, ἐδ' εἴ τις εἶδεῖν, ἔν ἔχει τὸ λέγειν. ὧν μίτηρ τινὰ ἀνάγκην μίτη τὸν ἐκότα λόγον ἢ μετεῖως ἂν τις εἰπῆν εἴη δυνατός. In Timæo, Pag. 542. Edit. Lamar. Lugduni 1590.

¶ Εἰ δέ τις τῶτων ἔργῳ σκοπέμενος βέβαιον λαμβάνοι, τὸ τῆς ἀνθρωπίνης καὶ θείας φύσεως ἡρνοικῶς ἂν εἴη διάφορον. ὅτι θεὸς μὲν τὰ πολλὰ εἰς ἓν συγκεραυνῶται, καὶ πάλιν ἐξ ἑνὸς εἰς πολλὰ διαλύειν ἰκανός, ὡς ἐπιφάμενος ἅμα ἢ δυνατός. Ἀνθρώπων δὲ ἐδ' εἰς ἐδ' ἕτερα τῶτων ἰκανός, ὅτε ἔστι γὰρ, ἔτ' εἰσαυθίς, ποτ' ἔσται. *ibid.*

## DU TRADUCTEUR.

telles ou telles Couleurs , il falloit pouvoir séparer absolument les différentes Couleurs qui composent la Lumiere ; ce qu'il croyoit impossible à l'Homme. Il semble , en effet , qu'on ne sçauroit démontrer quelles Couleurs doivent provenir du mélange des différentes Couleurs dont la Lumiere est composée , qu'après avoir trouvé le moyen de séparer entierement ces différentes Couleurs ; & il est certain qu'avant que M. le Chevalier Newton eût découvert ce secret , on n'avoit rien dit sur la composition des Couleurs qui fut précis , & fondé sur des Experiences sûres & convaincantes.

Au reste , quoique Monsieur le Chevalier Newton n'ait fondé la Theorie des Couleurs que sur des Experiences très-sensibles , l'art de les faire a été , pour ainsi dire , renfermé assez long-temps dans l'Angleterre ; & il se trouva d'abord en France , en Allemagne & ailleurs , des Sçavants qui n'ayant pu séparer exactement les différentes especes de Rayons dont la Lumiere est composée , regarderent toute cette Theorie comme une simple Hypothese qui ne pouvoit point être démontrée par l'Experience. M. *Mariotte* , entr'autres , tenta de faire cette séparation , & la fit d'une

## P R E F A C E

maniere si imparfaite , que le Rouge , par exemple , qu'il avoit séparé par la Refraction d'un Prisme , étant rompu par un autre Prisme , lui donna du Violet & du Bleu. Il conclut de là , que les Rayons séparés par la Refraction du Prisme , n'étoient point inalterables par rapport à leur Couleur & à leur Refrangibilité , comme on l'assuroit dans l'Optique de M. le Chevalier de Newton. On trouvera pourtant ces Rayons absolument inalterables à cet égard , si l'on prend la peine de les séparer selon la Methode décrite au long dans la *Quatrième Proposition* du PREMIER LIVRE. C'est ce que M. Desaguliers fit voir distinctement en 1715. à Londres à M. Remond de Montmor , M. le Chevalier de Louville , & autres Membres de l'Academie Royale des Sciences ; & ce qui a été démontré à Paris en 1719. par le P. \* Sebastien , & depuis quelque-temps par M. † Gauger , lesquels en présence de plusieurs personnes très-intelligentes , ont vérifié la plûpart des Experiences de ce *Traité*.

<p>* † M. le Cardinal de Polignac.          * M. Varignon.          M. Jaugeon.          M. Juslieu, &amp;c.</p>	<p>† M. le Chancelier.          Messieurs ses Fils.          M. le Nepveu.          M. de Lagny.          Le P. Reyneau, &amp;c.</p>
--	--

## DU TRADUCTEUR.

*des Couleurs*, avec une entière exactitude. *M. de Mairan* les avoit aussi vérifiées à *Beziers* en 1716. & en 1717. qu'il les répéta avec le même succès.

S'il se trouve après cela des personnes qui faute de sçavoir faire exactement ces Experiences, s'avisent de rejeter les conséquences qui en découlent nécessairement, elles ne devraient pas se hâter de publier des Objections contre une Doctrine appuyée sur des Experiences qu'ils pourroient soupçonner véritables, quoiqu'ils n'ayent pas encore trouvé l'art de s'en assurer par eux-mêmes.

Qu'on me permette d'ajouter encore un mot sur les Questions qui servent de conclusion à cet Ouvrage. On y trouvera ce que l'Auteur pense sur les matieres les plus importantes de la Physique. Ce sont des fruits d'une Philosophie qui n'a besoin que d'être étudiée & entendue pour être admirée, & qui par l'examen des principaux Phenomenes de la Nature, nous conduit nécessairement à Dieu, l'Auteur & le Conserveur de toutes choses. Quoique *M. le Chevalier Newton* propose ses pensées en forme de Questions, des yeux pénétrants ne laisseront pas de voir les fondemens solides qui les

## P R E F A C E

étayent. Enfin il nous donne ici ses conjectures sur la Pesanteur, d'où il paroît évidemment qu'il n'a jamais regardé la Pesanteur comme une propriété essentielle aux Corps. On peut voir aussi par ce qu'il dit \* de l'*Attraction*, que ce Principe n'est rien moins que ce qu'on a nommé *Qualité Occulte* dans les Ecoles. Il en est, ce me semble, de l'*Attraction*, prise dans le sens de M. le Chevalier Newton, comme de l'Elasticité de l'Air, dont on examine effets, sans en connoître ou rechercher la cause.

Au reste, quoique j'aye fait quelques corrections assez importantes dans cette seconde Edition, que j'ai revûë avec toute l'exactitude dont je suis capable; la reconnoissance m'oblige de faire sçavoir au Public, que M. de Moivre, non moins bon Critique, que sçavant Mathématicien, y a fait quantité d'excellentes corrections, tant à l'égard du sens, qu'à l'égard de l'expression, lesquelles donnent à la Traduction Françoisë de cet Ouvrage, un degré de perfection, qu'elle ne pouvoit recevoir que de l'habileté, de la sagacité, & de la justesse d'un si bon Esprit.

\* Pag. 521. 577. &c.

# PREMIER AVERTISSEMENT

DE L'AUTEUR,

À l'occasion de la première Edition Angloise,  
publiée en 1704.

**U** Ne partie de ce Traité sur la Lumière & les Couleurs, fut écrite en 1675. à la prière de quelques Membres de la Société Royale. Elle fut envoyée ensuite au Secrétaire de la Société, & lûe dans leurs Assemblées. Afin d'en rendre la Théorie complète, j'ajoutai le reste, environ douze ans après, excepté le TROISIÈME LIVRE, & la dernière Proposition du SECOND, que je recueillis depuis, de quelques Cayers détachés. C'est pour éviter d'entrer en lice sur ces matières, que j'avois différé jusqu'ici l'impression de ce Livre; & je l'aurois différée plus long-temps encore, n'eût été l'importunité de quelques Amis, à laquelle je n'ai pu résister. Si l'on m'a arraché quelques autres Ecrits sur ce sujet, ce sont des Pièces imparfaites, & que j'avois peut-être composées avant que d'avoir fait toutes les Experiences qui paroissent dans cet Ouvrage, & que je me fusse pleinement satisfait moi-même tou-

## I. AVERTISSEMENT.

*chant les Loix des Réfractions, & la composition des Couleurs. Je publie ici (en Anglois) ce que je croi propre à être mis au jour ; & je souhaite que ce Traité ne soit point traduit en aucune autre Langue , sans mon consentement.*

*J'ai tâché de rendre raison des Couronnes colorées qui paroissent quelques fois autour du Soleil & de la Lune : mais faute d'un nombre suffisant d'Observations , je laisse à d'autres l'examen plus précis de ce Phenomene. J'ai aussi laissé la matiere du Troisième Livre imparfaite , par la raison que je n'ai pas fait toutes les Experiences que j'avois dessein de faire lorsque j'étois engagé dans ces recherches ; & parce que je n'ai pas repeté quelques-unes de celles que j'avois faites , jusqu'à m'être contenté moi-même sur toutes les circonstances. Tout ce que je me propose en donnant cet Ouvrage au Public , c'est de lui communiquer ce que j'ai éprouvé moi-même , remettant à d'autres le soin d'examiner plus particulièrement ce qui reste.*

---

# SECOND AVERTISSEMENT

DE L'AUTEUR.

A l'occasion de la premiere Edition Angloise,  
publiée en 1717.

**J'** Ai retranché de cette seconde Edition les  
Traités Mathématiques, imprimés à la fin  
de la Première, comme n'ayant aucun rap-  
port avec un Traité d'Optique. J'ai inseré  
quelques nouvelles Questions à la fin du Troi-  
sième Livre : Et pour faire voir que je ne regarde  
point la Pesanteur comme une Propriété essen-  
tielle des Corps, j'ai ajouté une Question en par-  
ticulier sur la Cause de la Pesanteur, ayant  
proposé tout exprès en forme de Question ce que  
je voulois dire là-dessus ; parce que je n'ai pas  
pû me satisfaire encore sur cet article, faute  
d'Experiences.

---

## APPROBATION.

**J**'Ai lû par l'Ordre de Monseigneur le Garde des Sceaux, le *Traité d'Optique sur les Couleurs, &c.* de M. le Chevalier Newton, traduit d'Anglois en François. Il m'a paru que ce Traité, par la nouveauté des choses qu'il découvre, par les surprenantes expériences dont ces nouveautés y sont appuyées, & par la profondeur de capacité que son illustre & sçavant Auteur y fait paroître, comme depuis long-temps par tout ce qu'on a vû jusqu'ici de lui, méritoit fort d'être traduit en nôtre langue en faveur de ceux qui l'entendent, sans entendre l'Angloise, ni la Latine en laquelle il avoit été traduit. Ainsi je suis persuadé que l'Impression de cette Traduction Françoisé fera d'autant plus de plaisir, qu'elle répandra davantage les connoissances merveilleuses dont ce Traité est rempli. Fait à Paris le 28. Avril 1720.

V. A. R. I. G. N. O. N.

---

## P E R M I S S I O N.

**L** OUIS, PAR LA GRACE DE DIEU, ROY DE FRANCE ET DE NAVARRE ; A nos amés & feaux Conseillers les gens tenants nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de nôtre Hôtel, Grand Conseil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenants Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartient, SALUT. Nôtre bien amé FRANÇOIS MONTALANT, Libraire à Paris, Nous ayant fait supplier de lui accorder nos Lettres de permission pour l'impression d'un Livre qui a pour titre, le *Traité d'Optique sur les Couleurs, &c.* Nous lui avons permis & permettons par les Presentes.

de faire imprimer ledit livre en telle forme, marge, caractères, conjointement ou séparément, & autant de fois que bon lui semblera, de le vendre, faire vendre & débiter par tout nôtre Royaume, pendant le tems de trois années consécutives, à compter du jour de la date desdites présentes : faisons deffenses à tous Libraires, Imprimeurs, & autres personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de nôtre obéissance ; à la charge que ces présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, & ce dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impression de ce livre sera faite dans nôtre Royaume & non ailleurs, en bon papier & en beaux caractères, conformément aux Reglemens de la Librairie ; & qu'avant de l'exposer en vente, le manuscrit ou imprimé qui aura servi de copie à l'impression dudit livre, sera remis dans le même état où l'approbation y aura été donnée, ès mains de nôtre très-cher & feal Chevalier Garde des Sceaux de France, le Sieur Fleuriau d'Armenonville ; & qu'il en sera ensuite remis deux exemplaires dans nôtre Bibliotheque publique, un dans celle de nôtre Châteaueu du Louvre, & un dans celle de nôtre très-cher & feal Chevalier Garde des Sceaux de France, le Sieur Fleuriau d'Armenonville ; le tout à peine de nullité des présentes, du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir l'exposant ou ses ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons qu'à la copie desdites présentes, qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit livre, soy soit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier nôtre Huissier ou Sergent, de faire pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, nonobstant clameur de Haro, charte Normande & lettres à ce contraires : Car tel est nôtre bon plaisir.

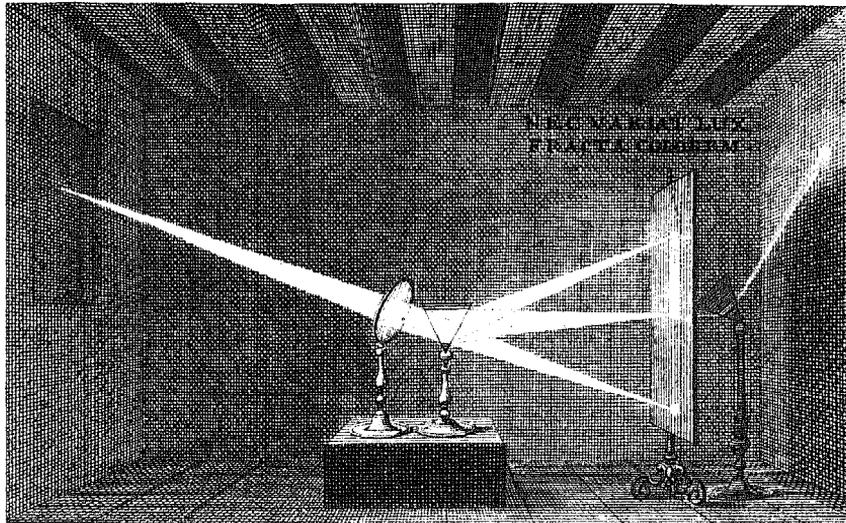
Donné à Paris le vingt-quatrième jour du mois de Juillet,  
l'an de grace mil sept cent vingt-deux, & de nôtre Re-  
gne le septième.

Par le Roy en son Conseil, C A R P O T.

*Registré sur le Registre V. de la Communauté des Li-  
braires & Imprimeurs de Paris, page 163. N<sup>o</sup>. 185.  
conformément aux Reglements, & notamment à l'Arrest  
du Conseil du 13. Aoust 1703.. Fait à Paris le 27. Juil-  
let 1722.*

Signé, DELAULNE, Syndic.

TRAITE'



*Chaufourier del.*

*Herisset Sculp.*

9

# TRAITÉ D'OPTIQUE, SUR LA LUMIERE ET LES COULEURS.

LIVRE PREMIER.

PREMIERE PARTIE.



ON deffein dans cet Ouvrage, n'est pas d'expliquer les propriétés de la Lumiere par des Hypotheses ; mais de les exposer nuëment pour les prouver par le raisonnement, & par des Experiences. Dans cette vûë je vas commencer par proposer les Définitions & les Axiomes suivants.

A

## DÉFINITIONS.

## PREMIERE DÉFINITION.

**P**Ar Rayons de Lumière, j'entens ses moindres parties, tant celles qui sont successives dans les mêmes lignes, que celles qui sont contemporaines en différentes lignes. Car il est évident que la Lumière est composée de parties successives & de contemporaines: puisqu'en un même endroit on peut arrêter celle qui vient dans un certain moment, & laisser passer celle qui vient immédiatement après, comme on peut l'arrêter dans un certain endroit, & la laisser passer en même temps dans un autre; cette partie de Lumière qu'on arrête, ne pouvant être la même que celle qu'on laisse passer. Or la moindre partie de Lumière qui peut être arrêtée seule sans le reste de la Lumière, ou qui peut s'étendre seule, ou faire, ou souffrir toute seule quelque chose, à quoi le reste de la Lumière n'a aucune part; c'est ce que j'appelle un Rayon de Lumière.

## DÉFINITION II.

La Refrangibilité des Rayons de Lumière, est leur disposition à être rompus ou détournés de leur chemin, en passant d'un Corps ou Milieu transparent, dans un autre. Et une plus grande ou une moindre refrangibi-

*lité de ces Rayons, est leur disposition à être détournés plus ou moins de leur chemin à égales Incidences sur le même Milieu.*

Les Mathématiciens supposent ordinairement que les Rayons de Lumière sont des Lignes qui du Corps lumineux s'étendent jusqu'au Corps illuminé; & que la Refraction de ces Rayons est l'inflexion ou la rupture de ces Lignes, lorsqu'elles viennent à passer d'un Milieu dans un autre. On peut fort bien considérer sous cette idée les Rayons & leurs Refractions, si la Lumière se repand en un instant. Mais parce qu'en vertu d'une preuve tirée des équations des temps auxquels on observe que les Eclipses des Satellites de Jupiter arrivent, il paroît que le mouvement de la Lumière n'est pas instantané, & qu'elle employe environ sept minutes à passer du Soleil jusqu'à nous: j'ai défini tout exprès les Rayons & les Refractions en termes si généraux que les définitions que j'en donne, peuvent convenir à la Lumière dans ces deux cas.

### DEFINITION III.

*La Reflexibilité des Rayons, est leur disposition à être réfléchis ou renvoyés du Milieu, sur la surface duquel ils tombent, dans le Milieu d'où ils sont partis; & les Rayons sont plus ou moins reflexibles, selon qu'ils sont renvoyés avec plus ou moins de facilité.*

Ainsi lorsque la Lumière passant du Verre

4 *Traité d'Optique, sur la Lumiere.*  
dans l'Air, & que venant à être inclinée de plus en plus sur la surface commune du Verre & de l'Air, elle commence enfin à être entièrement réfléchie par cette surface: ceux de ces Rayons, qui à égales Incidences sont réfléchis en plus grande quantité, ou qui en augmentant d'inclinaison commencent plutôt à être totalement réfléchis, sont les plus réflexibles.

#### DE' FINITION IV.

*L'Angle d'Incidence, est l'Angle que la Ligne décrite par le Rayon incident, & la Ligne perpendiculaire à la Surface réfléchissante ou réfringente, forment entr'elles au point d'Incidence.*

#### DE' FINITION V.

*L'Angle de Reflexion ou de Refraction, est l'Angle que la Ligne décrite par le Rayon réfléchi ou rompu, & la Ligne perpendiculaire à la Surface réfléchissante ou réfringente, forment entr'elles au point d'Incidence.*

#### DE' FINITION VI.

*Les Sinus d'Incidence, de Reflexion & de Refraction, sont les Sinus des Angles d'Incidence, de Reflexion & de Refraction.*

#### DE' FINITION VII.

*J'appelle Lumiere simple, homogène & similaire, celle dont les Rayons sont également réfrangibles; & j'appelle Lumiere composée, heterogène &*

diffimilaire, celle qui a des Rayons plus refrangibles les uns les autres. J'appelle la premiere Lumiere homogene, non que je veuille assurer qu'elle le soit à tous égards, mais parce que les Rayons qui conviennent par rapport à leur refrangibilité, conviennent du moins dans toutes les autres propriétés que j'examinerai dans cet ouvrage.

DEFINITION VIII.

J'appelle les Couleurs des Lumieres homogenes, Couleurs primitives, homogenes & simples; & je nomme heterogenes & composées, les Couleurs des Lumieres heterogenes. Celles-ci sont toujours composées des couleurs des Lumieres homogenes, comme il paroîtra dans la suite.

A X I O M E S.

A X I O M E I.

LES Angles d'Incidence, de Reflexion & de Refraction sont dans un seul & même Plan.

A X I O M E II.

L'Angle de Reflexion est égal à l'Angle d'Incidence.

A X I O M E III.

Si un Rayon rompu est renvoyé directement au point d'Incidence, il sera rompu dans la Ligne déjà décrite par le Rayon incident.

## A X I O M E I V.

*Quand un Rayon passe d'un Milieu plus rare dans un Milieu plus dense, la Refraction se fait en approchant de la Perpendiculaire, de sorte que l'Angle de Refraction se trouve moindre que l'Angle d'Incidence.*

## A X I O M E V.

*Le Sinus d'Incidence est, ou exactement, ou fort approchant, en raison donnée au Sinus de Refraction.*

De là vient que si cette proportion est une fois connue dans une inclinaison quelconque du Rayon incident, elle sera connue dans toutes les inclinaisons, & par cela même on pourra déterminer la Refraction dans tous les cas d'Incidence sur le même Corps réfringent. Ainsi pour déterminer la Refraction, par exemple, de la Lumiere rouge pour tous les cas de son Incidence de l'Air dans l'Eau ou dans le Verre, il suffit de sçavoir que lorsque la Refraction se fait de l'Air dans l'Eau, le Sinus d'Incidence d'un Rayon de Lumiere rouge est au Sinus de sa Refraction, comme 4 à 3; & que si elle se fait de l'Air dans le Verre, ces Sinus sont entr'eux comme 17 à 11. Dans la Lumiere des autres Couleurs, ces Sinus ont d'autres proportions; mais la différence en est si petite qu'il est rarement nécessaire d'en prendre connoissance.

\* FIG. I.

Supposé donc que \*RS représente la surface d'une Eau dormante, & que C soit le point d'In-

cidence auquel un Rayon venant à travers l'Air du point  $A$  le long de la ligne  $AC$ , est réfléchi ou rompu : si je veux sçavoir où ira ce Rayon après avoir été réfléchi ou rompu , j'éleve sur la surface de l'Eau , du point  $C$  d'Incidence , la Perpendiculaire  $CP$ , que je prolonge en bas jusqu'en  $Q$  ; & je conclus en vertu du premier Axiome , qu'après que le Rayon aura été réfléchi ou rompu , il doit se trouver quelque part dans le Plan prolongé de l'Angle d'Incidence  $ACP$ . Je laisse donc tomber sur la Perpendiculaire  $CP$  le Sinus d'Incidence  $AD$  ; & si l'on demande le Rayon réfléchi , je prolonge  $AD$  jusqu'en  $B$ , de sorte que  $DB$  soit égal à  $AD$ , & je tire  $CB$  : cette ligne  $CB$  sera le Rayon réfléchi, l'Angle de reflexion  $BCP$  & son Sinus  $BD$  étant égaux à l'Angle & au Sinus d'Incidence, comme ils doivent l'être par le second Axiome. Mais si l'on demande le Rayon rompu, je prolonge  $AD$  jusqu'en  $H$ , de sorte que  $DH$  soit à  $AD$  comme le Sinus de Refraction est au Sinus d'Incidence, c'est-à-dire, ( si la Lumiere est rouge ) comme 3 à 4. Ensuite autour du Centre  $C$ , & dans le Plan  $ACP$ , ayant décrit avec le Rayon  $CA$  un Cercle  $ABE$ , je tire parallèlement à la Perpendiculaire  $CPQ$  la ligne  $HE$  qui coupe la circonférence en  $E$ , après quoi je tire  $CE$ ; & cette ligne  $CE$  sera la ligne du Rayon rompu. Car si on laisse tomber  $EF$  perpendiculairement sur la ligne  $PQ$ ,

8 *Traité d'Optique, sur la Lumière.*

cette ligne  $EF$  sera le Sinus de Refraction du Rayon  $CE$ , & l'Angle de Refraction sera  $ECQ$ . Or ce Sinus  $EF$  est égal à  $DH$ ; & par conséquent il est au Sinus d'Incidence  $AD$  comme 3 à 4.

De même, si prenant un Prisme de Verre, (c'est-à-dire un Verre terminé par deux Triangles égaux, semblables & paralleles semblablement posés, & par trois faces planes & bien polies qui se rencontrent dans trois lignes paralleles tirées des trois Angles de l'un des Triangles aux trois Angles correspondants de l'autre) on demande quelle est la Refraction de la Lumière qui passe au travers de ce Prisme; Soit \*  $ACB$  un Plan qui coupe ce Prisme en travers par ces trois lignes ou extrémités paralleles; dans l'endroit où la Lumière passe au travers du Prisme; & soit  $DE$  le Rayon qui tombe sur la première face du Prisme  $AC$  où la Lumière entre dans le Verre, alors posant la proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction comme de 17 à 11, soit trouvé  $EF$  le premier Rayon rompu. Ensuite prenant ce Rayon pour celui qui tombe sur la seconde face du Verre  $BC$  par où sort la Lumière, soit trouvé le second Rayon rompu  $FG$ , en posant la proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de Refraction, comme de 11 à 17. Car si le Sinus d'Incidence, de l'Air dans le Verre, est au Sinus de Refraction comme 17 à 11, le Sinus d'Incidence, du Verre dans l'Air, doit être au contraire au Sinus de Refraction  
comme

\* FIG. 2.

comme 11 à 17, en vertu du troisième Axiome.

De la même manière à peu près, posé que \* *ACBD* représente un Verre Sphériquement convexe des deux côtés ( qu'on nomme communément une *Lentille*, tel qu'est un miroir ardent, un verre de Lunette ordinaire, ou l'Objetif d'un Telescope ) si l'on veut sçavoir comment se rompra la Lumière qui d'un point lumineux *Q* vient à tomber sur ce Verre; soit *QM* un Rayon tombant sur un point quelconque *M* de la première Surface Sphérique *ACB*; ayant élevé une ligne perpendiculaire au Verre sur le point *M*, soit trouvé le premier Rayon rompu *MN* par la proportion des Sinus 17 à 11. Que ce Rayon en sortant du Verre tombe sur *N*, & vous trouverez le second Rayon rompu *Nq* par la proportion des Sinus 11. à 17. C'est par la même méthode qu'on peut trouver la Refraction lorsque la Lentille est convexe d'un côté, & plane ou concave de l'autre, ou concave des deux côtés.

\* FIG. 92

A X I O M E V I.

*Les Rayons homogènes qui venant de différents Points d'un Objet, tombent perpendiculairement, ( ou presque perpendiculairement ) sur une Surface Plane ou Sphérique, réfléchissante ou réfringente; divergent ensuite d'autant d'autres Points, ou bien deviennent parallèles à autant d'autres Lignes, ou convergent à au-*

10 *Traité d'Optique, sur la Lumière*

tant d'autres Points, & cela avec une entière exactitude ou sans aucune erreur sensible. La même chose arrivera, si les Rayons sont réfléchis ou rompus successivement par deux, trois, quatre, &c. Surfaces Planes ou Spheriques.

Le Point d'où les Rayons divergent, ou auquel ils convergent, peut être appelé le *Foyer* de ces Rayons. Or le Foyer des Rayons incidents étant donné, on peut trouver celui des Rayons réfléchis ou rompus, en trouvant la Refraction ou la Reflexion de deux Rayons quelconques, de la maniere susdite, ou plus aisément de la maniere que voici.

FIG. 4. *Premier cas* : Soit \*  $ACB$  un Plan où se fait la Reflexion ou la Refraction;  $Q$  le Foyer des Rayons incidents, &  $QqC$  une ligne perpendiculaire à ce Plan. Si cette Perpendiculaire est prolongée jusqu'à  $q$ , de sorte que  $qC$  soit égale à  $QC$ , le Point  $q$  sera le Foyer des Rayons réfléchis. Ou, si  $qC$  est prise du même côté du Plan que  $QC$ , & dans la même proportion à  $QC$  que le Sinus d'Incidence a au Sinus de Refraction, le Point  $q$  sera le Foyer des Rayons rompus.

FIG. 5. *Second cas* : Soit \*  $ACB$  la Surface réfléchissante d'une Sphere quelconque dont le Centre soit  $E$ . Divisez en deux également un Rayon de cette Sphere ( par exemple  $EC$  ) en  $T$ . Si dans ce Rayon du côté du Point  $T$ , vous prenez les Points  $Q, q$ , de sorte que  $TQ, TE,$

&  $Tq$  soient des Proportionelles continues, & que le Point  $Q$  soit le Foyer des Rayons incidents, le Point  $q$  sera le Foyer des Rayons réfléchis.

*Troisième cas*: Soit \*  $ACB$  la Surface réfringente d'une Sphère quelconque dont le Centre soit  $E$ . Dans un Rayon de cette Sphère, comme  $EC$ , prolongé de deux côtés, prenez  $ET$  &  $Ct$  égales entr'elles, de telle sorte que chacune soit à ce Rayon, comme le moindre des Sinus d'Incidence & de Réfraction est à la différence de ces Sinus. Après quoi si dans la même ligne l'on trouve deux Points quelconques  $Q$  &  $q$  en sorte que  $TQ$  soit à  $ET$  comme  $Et$  est à  $tq$ , prenant  $tq$  depuis  $t$ , dans un sens contraire à celui où est  $TQ$  par rapport à  $T$ ; & que le Point  $Q$  soit le Foyer des Rayons incidents, le Point  $q$  sera le Foyer des Rayons rompus.

\* FIG. 64

On peut trouver de la même manière le Foyer des Rayons qui sont réfléchis, ou rompus deux fois, ou davantage.

*Quatrième Cas*: Soit \*  $ACBD$  une Lentille réfringente, sphériquement convexe ou concave, ou bien plane de l'un ou de l'autre côté: Soit  $CD$  son Axe, c'est-à-dire la ligne qui coupe perpendiculairement ses deux Surfaces, & passe à travers les Centres des Sphères; & dans cet Axe prolongé soient  $F$  &  $f$  les Foyers des Rayons rompus trouvés de la manière in-

\* FIG. 74

12 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
 diquée ci-dessus, lorsque les Rayons incidents des deux côtés de la Lentille sont parallèles au même Axe; & décrivez un Cercle sur le Diamètre  $Ff$  divisé également en  $E$ . Supposez presentement qu'un Point quelconque  $Q$  soit le Foyer des Rayons incidents. Tirez  $QE$  qui coupe ledit Cercle en  $T, t$ ; & là prenez  $tq$  dans la même proportion à  $tE$ , que  $tE$  ou  $TE$  est à  $TQ$ . Soit  $tq$  pris du côté opposé à celui où se trouve  $TQ$  par rapport à  $T$ ; &  $q$  sera le Foyer des Rayons rompus sans aucune erreur sensible, pourvû que le Point  $Q$  ne soit pas si loin de l'Axe ni la Lentille si large, que quelques-uns des Rayons tombent trop obliquement sur les Surfaces refringentes.

C'est par de pareilles operations que les deux Foyers étant donnés, on peut trouver les Surfaces reflectissantes ou refringentes, & former par là une Lentille qui fera passer ou couler les Rayons vers tel endroit, ou de tel endroit qu'on voudra.

Ainsi, cet Axiome se reduit à ceci, Que si des Rayons tombent sur quelque Plan, sur une Lentille, ou Surface Spherique; & qu'avant leur dence ils coulent d'un même Point  $Q$ , ou vers un même Point  $Q$ , étant une fois reflectis ou rompus, ils couleront du Point  $q$  ou vers le Point  $q$ , qui a été trouvé par les Regles précédentes. Et si les Rayons incidents coulent de differents Points  $Q$ , ou vers differents Points  $Q$ , les

Rayons réfléchis ou rompus couleront d'autant d'autres Points  $q$ , ou vers autant d'autres Points  $q$  trouvés par les mêmes Régles. On sçait si les Rayons réfléchis & les rompus coulent du Point  $q$  ou vers le Point  $q$ , par la situation de ce Point : car si ce Point  $q$  est du même côté de la Surface ou Lentille réfléchissante ou réfringente, que le Point  $Q$ , & que les Rayons incidents coulent du Point  $Q$ , dans ce cas-là les Rayons réfléchis coulent vers le Point  $q$ , & les rompus coulent de ce même Point  $q$ ; & si les Rayons incidents coulent vers  $Q$ , les Rayons réfléchis couleront du Point  $q$ , & les rompus vers le même Point  $q$ . Tout le contraire arrivera, si  $q$  est de l'autre côté de la Surface.

A X I O M E V I I.

*En quelque endroit que les Rayons qui partent de tous les Points de quelque Objet, viennent à se rencontrer en tout autant de Points après avoir été rendus convergents par reflexion ou par refraction; ils feront là une peinture de l'Objet sur quelque Corps blanc qu'ils viennent à tomber.*

Ainsi, soit \*  $PR$  un Objet hors du Logis, &  $AB$  une Lentille placée à un Trou fait dans le volet d'une Chambre obscure, par laquelle Lentille les Rayons qui viennent d'un Point quelconque  $Q$  de cet Objet, soient rendus convergents & se rencontrent au Point  $q$ : Si

\* Fig. 35.

l'on tient une feuille de Papier blanc en  $q$  pour y recevoir la Lumière, l'image de cet Objet  $PR$  paroîtra sur ce Papier dans sa véritable forme & couleur. Car comme la Lumière qui vient du Point  $Q$ , va au Point  $q$ , ainsi la Lumière qui vient des autres Points  $P$  &  $R$  de l'Objet, ira à tout autant d'autres Points correspondans  $p$  &  $r$ , (comme il paroît évidemment par le sixième Axiome) de sorte que chaque Point de l'Objet illuminera un Point correspondant du Papier, & y fera par cela même une Image toute pareille à l'Objet, en forme & en couleur, avec cette seule différence que l'Image sera renversée. Et voilà le fondement de cette Experience vulgaire qui consiste à faire que les Images des Objets de dehors aillent se peindre sur un Mur, ou sur une feuille de papier blanc, dans une Chambre obscure.

● Fig. 8. De même, lorsqu'on regarde un Objet  $PQR$ , la Lumière qui part des différents Points de cet Objet, souffre de telles refractions en passant par les tuniques & les humeurs transparentes de l'Oeil, (c'est à dire par la Tunique extérieure  $EFG$  qu'on nomme *cornée*, & par l'humeur cristalline  $AB$  qui est au delà de la Prunelle  $m k$ ) que convergeant elle se réunit en autant de Points au fond de l'œil, & y trace l'Image de l'Objet sur la Tunique qu'on nomme *Retine* dont le fond de l'œil est ta-

pissé. Car les Anatomistes ayant ôté du fond de l'œil la membrane extérieure & épaisse, qu'on nomme *Sclerotique* ou *dure-mère*, peuvent voir, au travers des Membranes plus minces, les Images des Objets qui y sont peintes très-distinctement. Ce sont ces Images qui par l'impression que le mouvement le long des fibres des Nerfs optiques en communique au Cerveau, sont la cause de la Vision. Car selon que ces Images sont parfaites ou imparfaites, l'Objet est vû parfaitement ou imparfaitement. Si l'œil est teint de quelque couleur particulière, comme dans la Jaunisse, de sorte que les Images tracées au fond de l'œil soient teintes de cette couleur, tous les Objets, en ce cas-là, paroissent teints de la même couleur. Si les humeurs de l'œil viennent à être desséchées par l'âge, de sorte qu'en se resserrant elles rendent la *cornée* & l'*humeur cristalline* plus plates qu'auparavant, les Rayons de la Lumière n'étant plus assez rompus, ne s'uniront point, dans le fond de l'œil, mais en quelque endroit au delà; & par conséquent la Lumière ne traçant sur le fond de l'œil qu'une Image confuse, l'Objet paroîtra confus selon le degré de confusion qu'aura cet Image. C'est là la raison de l'affoiblissement de la vue dans les Personnes âgées; & cela même fait voir pourquoi ce défaut est corrigé par les Lunettes. Car ces verres convexes suppléent au manque de convexité dans

l'œil, & en augmentant la refraction ils font que les Rayons deviennent plutôt convergents, de sorte qu'ils se réunissent distinctement dans le fond de l'œil, si la Lunette a le degré convenable de convexité. Le contraire arrive à ceux qui ont la vuë courte, parce que leurs yeux sont trop convexes. Car en ce dernier cas la Refraction étant trop grande, les Rayons convergent & se réunissent dans l'œil avant que d'en avoir atteint le fond; & par conséquent l'Image tracée dans le fond de l'œil ne sera pas fort distincte non plus que la vision qui en resultera, à moins que l'Objet ne soit si fort approché de l'œil que l'endroit où les Rayons convergents s'assemblent, ne soit par là reculé jusqu'au fond de l'œil, ou à moins que la trop grande rondeur de l'œil ne soit corrigée & les Refractions diminuées par le moyen d'un verre concave d'un degré convenable de concavité; ou enfin à moins qu'avec l'âge l'œil ne s'appatisse jusqu'à prendre une juste figure: car ceux qui ont la vuë courte, voyent plus distinctement les Objets éloignés, dans leur vieillesse; & c'est pour cela qu'on s'imagina que leur vuë est de plus longue durée.

A X I O M E VIII,

*Un Objet vu par Reflexion ou par Refraction paroît dans l'endroit d'où les Rayons divergent après leur dernière*

*rière*

niere Reflexion ou Refraction , dans le temps qu'ils viennent à tomber sur l'œil du Spectateur.

Si l'Objet \*  $A$  est vû reflechi par un Miroir  $mn$ , il ne paroîtra pas dans son veritable lieu  $A$ , mais derriere le Miroir en  $a$  d'où les Rayons quelconques  $AB, AC, AD$ , qui partent d'un seul & même Point de l'Objet, ayant été reflechis aux Points  $B, C, D$ , divergent en allant du Miroir en  $E, F, G$ , où ils tombent sur les yeux du Spectateur. Car ces Rayons tracent la même Image dans le fond de l'œil, que s'ils étoient venus d'un Objet réellement placé en  $a$ , & vû sans le Miroir; & toute sorte de vision se fait conformément au Lieu & à la Forme de cette Image.

\* FIG. 9.

De même l'Objet \*  $D$  vû au travers d'un Prisme, ne paroît pas dans son propre lieu  $D$ ; mais est transferé delà en quelque autre lieu  $d$  situé sur le dernier Rayon rompu  $FG$  prolongé en arriere de  $F$  en  $d$ .

\* FIG. 2.

Ainsi, l'Objet \*  $Q$  vû au travers de la Lentille  $AB$ , paroîtra en  $q$  d'où les Rayons divergent en passant de la Lentille à l'œil. Or il est à noter, que l'Image de l'Objet vuë en  $q$  est plus grande ou plus petite que l'Objet lui-même en  $Q$ , à proportion que l'Image en  $q$  est plus ou moins éloignée de la Lentille  $AB$ , que l'Objet en  $Q$  n'est éloigné de cette même Lentille. Et si l'Objet est vû à travers deux ou plus de deux pareils verres convexes ou con-

\* FIG. 10.

caves , chaque Verre formera une nouvelle Image , & l'Objet paroîtra dans le lieu , & de la grandeur de la dernière Image. C'est de cette observation que dépend l'explication de la Theorie des Microscopes & des Telescopes. Car cette Theorie ne consiste presque en autre chose qu'à décrire des Verres taillés de telle maniere qu'ils rendent la dernière Image de quelque Objet que ce soit , aussi distincte aussi étendueë , & aussi lumineuse qu'elle puisse l'être.

Dans ce peu d'Axiomes , y compris leur explication , j'ai donné un abrégé de ce qui a été traité jusqu'ici dans l'Optique. Par rapport à ce qui me reste à écrire , je me contenterai d'admettre pour Principe tout ce dont on est généralement tombé d'accord. Du reste ce qu'on vient de voir pourra servir d'Introduction à des Lecteurs qui sans être versés dans l'Optique , ont l'Esprit juste & pénétrant. quoiqu'il soit vrai de dire que ceux qui se sont rendu cette Science familiere , & qui ont manié des Verres de Lunettes , comprendront beaucoup plus aisément ce qui suit.





# PROPOSITIONS.

## PREMIERE PROPOSITION:

### Theoreme I.

*Les Rayons de Lumiere qui diffèrent en couleurs, diffèrent aussi en degrés de refrangibilité.*

*Preuve fondée sur des Expériences.*

**P**REMIERE EXPERIENCE. Ayant pris un morceau de Papier noir, oblong, & très-fort, terminé par des côtés paralleles, je le distinguai en deux parties égales par une ligne droite en travers, tirée perpendiculairement d'un côté à l'autre. Je peignis une de ces parties en rouge, & l'autre en bleu. Le Papier étoit fort noir, & les Couleurs foncées & épaisses, afin que le Phenomene fût plus sensible. Je regardai ce Papier à travers un Prisme de Verre solide, dont les deux côtés au travers desquels la Lumiere passoit dans l'œil, étoient plans & bien polis, & faisoient un Angle d'environ 60. degrés que j'appelle l'Angle refringent du Prisme. Et tandis que j'avois les yeux sur ce Papier, je tenois le Prisme & le Papier devant une Fenêtre, de telle maniere

que les côtés du Papier étoient parallèles au Prisme, que ces deux côtés & le Prisme étoient parallèles à l'Horizon aussi bien que la Ligne qui les croisoit; & que la Lumiere qui venoit de la Fenêtre sur le Papier, faisoit avec le Papier un Angle égal à celui que la Lumiere réfléchie du Papier vers l'œil faisoit avec ce même Papier. Au delà du Prisme, le Mur de la Chambre au dessous de la Fenêtre étoit couvert d'un Drap noir, & le Drap étoit entièrement dans l'obscurité, afin que de là il ne réfléchît aucune Lumiere, qui en passant par les bords du Papier à l'œil pût se mêler avec la Lumiere du Papier, & en obscurcir le Phenomene. Ces choses ainsi disposées, je trouvai, que si l'Angle réfringent du Prisme est tourné en haut, de sorte que le Papier paroisse élevé en haut par la refraction, la moitié bleuë du Papier sera élevée plus haut par la refraction que la moitié rouge. Mais si l'Angle réfringent du Prisme est tourné en bas, de sorte que le Papier paroisse transporté plus bas par la refraction, la moitié bleuë sera par là transportée un peu plus bas que la moitié rouge. Ainsi dans les deux cas, la Lumiere qui vient à l'œil de la moitié bleuë du Papier à travers le Prisme, souffre en pareilles circonstances une plus grande Refraction, que la Lumiere qui vient de la moitié rouge, & par conséquent elle est plus refrangible.

EXPLICATION. Dans l'onzième Figure, *MN* représente la Fenêtre, & *DE* le Papier terminé par les côtés parallèles *DI*, & *HE*, & par la Ligne transversale *FG* qui le distingue en deux moitiés, l'une *DG* d'un Bleu foncé, & l'autre *FE* d'un Rouge foncé. Et *BACcab* représente le Prisme dont les Plans réfringens *ABba* & *ACca* se rencontrent au bord de l'Angle réfringent *Aa*. Ce bord *Aa* élevé en haut, est parallèle à l'horizon, & aux extrémités parallèles du papier *DI* & *HE*; & la Ligne Transversale *FG* est perpendiculaire au Plan de la Fenêtre. Du reste, *de* représente l'Image du Papier, vüe par une Réfraction qui porte en haut de manière que la moitié Bleuë *DG* est élevée plus haut vers *dg*, que la moitié Rouge *FE* ne l'est vers *fe*, & souffre par conséquent une plus grande Réfraction. Si le bord de l'Angle réfringent est tourné en bas, l'Image du Papier sera abaissée par la Réfraction en bas, comme vers *δε*; & la moitié Bleuë sera jettée plus bas vers *δγ*, que la moitié Rouge ne l'est vers *φε*.

SECONDE EXPERIENCE. Autour du Papier décrit cy-dessus, dont les deux moitiés étoient peintes de Rouge & de Bleu, & qui étoit aussi fort qu'un simple carton, je roulai plusieurs fois un fil delié de soye extrêmement noire, en telle sorte que les différentes parties de ce fil pussent paroître sur les Couleurs comme au-

tant de lignes noires tirées dessus, ou comme des ombres longues & minces, repandues sur ces Couleurs. J'aurois pû tracer des lignes noires avec une plume, mais ces fils étoient plus deliés, & mieux terminés. Ce Papier ainsi coloré, & enveloppé de fils noirs, je l'appliquai contre un Mur perpendiculairement à l'Horizon, de sorte que l'une des couleurs fût à main droite, & l'autre à main gauche. Tout près devant le Papier dans les confins des Couleurs vers le bas je plaçai une Chandelle pour bien éclairer le Papier; car cette expérience fut faite de nuit. J'approchai la flamme de la Chandelle jusqu'au bord inférieur du Papier, ou un peu plus haut. Après quoi, à la distance de six pieds & un ou deux pouces du Papier, j'élevai sur le Plancher une Lentille de verre, large de quatre pouces & un quart, qui pût rassembler les Rayons venant des différens Points du Papier, les faire converger vers tout autant d'autres Points à la même distance de six pieds & un ou deux pouces, de l'autre côté de la Lentille, & peindre ainsi l'Image du Papier coloré, sur un Papier blanc mis dans cet endroit-là, de la même manière qu'une Lentille appliquée au trou d'un Volet de Fenêtre dans une chambre obscure, jette les Images des Objets de dehors sur une feuille de Papier blanc. Ayant donc placé ce Papier blanc perpendiculairement à l'Horizon, & aux Rayons qui

tomboient dessus en venant de la Lentille, je l'approchois quelquefois de la Lentille, & quelquefois je l'en éloignois, afin de trouver les endroits où les Images des parties bleuës & rouges du Papier coloré paroïtroient le plus distinctement. Je découvris facilement ces endroits-là par les Images des lignes noires formées par la foye que j'avois roulée autour du Papier. Car les Images de ces Lignes déliées, qui à cause de leur noirceur paroïssent comme des ombres sur le Bleu, & sur le Rouge, étoient confuses & à peine visibles, hormis dans le tems que les Couleurs qui étoient à côté de ces Lignes, se trouvoient terminées fort distinctement. Ayant donc observé avec toute l'attention possible les endroits où les Images des moitiés rouges & bleuës du Papier coloré paroïssent les plus distinctes, je trouvai que là où la moitié Rouge du Papier paroïssoit distinctement, la moitié Bleuë paroïssoit si confuse qu'on pouvoit à peine voir les lignes noires tirées sur cette moitié Bleuë; & qu'au contraire là où la moitié Bleuë paroïssoit le plus distinctement, la moitié Rouge paroïssoit si confuse que les Lignes noires étoient à peine visibles sur cette dernière moitié. Du reste, il y avoit un pouce & demi de distance entre les deux endroits où ces Images paroïssent distinctes, de sorte que lorsque l'Image de la moitié Rouge du Papier coloré paroïssoit le plus

distinctement, l'endroit du Papier blanc où se peignoit cette Image, étoit éloigné de la Lentille, un pouce & demi de plus que n'en étoit éloigné l'endroit du même Papier blanc où l'Image de la moitié Bleuë paroïssoit le plus distinctement. Donc à pareilles Incidences du Bleu & du Rouge sur la Lentille, le Bleu étoit plus rompu par la Lentille que le Rouge, de sorte qu'il convergeoit un pouce & demi plus près de la Lentille; & par conséquent le Bleu est plus refrangible que le Rouge.

EXPLICATION. Dans la douzième Figure, *DE* désigne le Papier coloré, *DG* la moitié Bleuë, *FE* la moitié Rouge, *MN* la Lentille, *HI* le Papier blanc dans l'endroit où la moitié Rouge avec ses lignes noires paroïssoit distincte; & *hi* le même Papier dans l'endroit où la moitié Bleuë paroïssoit distincte. L'endroit *hi* étoit un pouce & demi plus près de la Lentille *MN*, que l'endroit. *HI*.

SCHOLIE. Les mêmes choses arrivent toujours, quoiqu'on varie quelques unes des circonstances. Comme lorsque dans la première *Expérience* le Prisme & le Papier ont une inclinaison quelconque à l'Horizon, ou que dans l'une & l'autre *Expérience* l'on trace des lignes colorées sur du Papier fort noir. Mais dans la description de ses *Expériences* je me suis contenté de marquer les circonstances qui peuvent, ou rendre le Phénomène plus sensible, ou instruire

instruire un novice à en faire plus aisément l'essai, ou celles qui sont les seules auxquelles je me sois assujéti dans ces Experiences. J'en ai souvent usé de même à l'égard des Experiences que je décrirai dans la suite; ce qui soit dit une fois pour toutes. Au reste, il ne s'en suit pas des Experiences qu'on vient de voir, que toute la Lumiere du Bleu soit plus refrangible que toute la Lumiere du Rouge: car dans l'une & l'autre Lumiere il y a un mélange de Rayons différemment refrangibles, de sorte que dans le Rouge il se trouve quelques Rayons qui ne sont pas moins refrangibles que ceux du Bleu; & quelques-uns dans le Bleu, qui ne sont pas plus refrangibles que ceux du Rouge. Mais en comparaison de toute la Lumiere, ces Rayons là sont en fort petit nombre: à la verité ils contribuent à rendre l'Experience moins sensible, mais ils ne sont pas capables de la détruire. Car si le Rouge & le Bleu étoient moins chargés & plus foibles, les Images seroient à moins d'un pouce & demi de distance l'une de l'autre; & si ces mêmes Couleurs étoient plus vives & plus foncées, cette distance seroit plus grande, comme on le verra dans la suite. Ces Experiences peuvent suffire pour ce qui concerne les Couleurs des Corps Naturels. Car à l'égard des Couleurs produites par la Refraction des Prismes, la Proposition qui a fait le sujet de cet Article, sera confirmée par les Experiences qu'on va voir dans l'Article suivant.

## SECONDE PROPOSITION:

Theoreme. II.

*La Lumière du Soleil est composée de Rayons différemment refrangibles.*

*Preuve fondée sur des Experiences.*

**T**ROISIÈME EXPERIENCE. Dans une Chambre fort obscure ayant fait dans le Volet d'une de ses Fenêtres un trou rond d'environ un tiers de pouce de largeur, j'appliquai à ce trou un Prisme de Verre par lequel les Rayons du Soleil, qui donnoient dans ce trou, pussent être jettés en haut par Refraction vers le Mur opposé de la Chambre, & y tracer une Image colorée du Soleil. Dans cette Experience & dans les suivantes l'Axé du Prisme (c'est-à-dire la ligne qui, parallele au bord de l'Angle réfringent, traverse le milieu du Prisme d'un bout à l'autre) étoit perpendiculaire aux Rayons incidents. Ayant tourné lentement le Prisme autour de cet Axé, je vis que la Lumière rompuë qui étoit tracée sur le Mur, c'est-à-dire l'Image colorée du Soleil, descendoit d'abord, & ensuite montoit. Entre cette descente & cette montée lorsque l'Image paroissoit stationnaire, j'arrêtai le Prisme & le fixai dans cette situa-

tion afin qu'il ne remuât plus. Car dans cette position les Refractions de la Lumiere, faites aux deux côtés de l'Angle refringent, c'est-à-dire, à l'entrée des Rayons dans le Prisme, & à leur sortie du Prisme, étoient égales entr'elles. Ainsi, dans d'autres Experiences, toutes les fois que je voulois que les Refractions faites aux deux côtés du Prisme, fussent égales entr'elles, je marquois l'endroit où l'Image du Soleil formée par la lumiere rompuë, s'arrêtoit entre ses deux mouvemens opposés dans la commune periode de son allée & de son retour; & lorsque l'Image tomboit sur cet endroit-là, je fixois le Prisme. C'est dans cette situation, comme la plus commode, qu'on doit compter que tous les Prismes ont été placés dans les Experiences suivantes, à moins que je ne leur désigne expressement quelques autres positions. Le Prisme étant donc situé de cette maniere, je reçû la Lumiere rompuë vers le Mur opposé de la Chambre, sur une feuille de Papier blanc perpendiculaire aux Rayons rompus, & j'observai la figure & les dimensions de l'Image Solaire que cette Lumiere traçoit sur le Papier. Cette Image, quoi qu'oblongue, n'étoit pas ovale, mais terminée par deux côtés rectilignes paralleles, & par deux bouts semi-circulaires. Par ses côtés elle étoit terminée assez distinctement, mais d'une maniere très-confuse par ses bouts où la Lumiere commençant

28. *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
à manquer, s'évanoüissoit par degrés. La largeur de cette Image répondoit au Diametre du Soleil, & étoit d'environ deux pouces & un huitième de pouce, y compris la penombre. Car l'Image étoit à dix-huit pieds & demi du Prisme; & à cette distance la largeur de l'Image étant diminuée du diametre du Trou fait au volet de la Fenêtre, c'est - à - dire d'un quart de pouce, elle soutenoit au Prisme un Angle d'environ demi degré qui est le Diametre apparent du Soleil. Mais la longueur de l'Image étoit d'environ dix pouces & un quart, & la longueur des côtés rectilignes d'environ huit pouces; & l'Angle réfringent du Prisme qui produisoit toute cette longueur, étoit de 64. degrés. Lorsque cet Angle étoit plus petit, la longueur de l'Image étoit aussi plus petite, la largeur restant toujours la même. Si l'on tournoit le Prisme autour de son Axe du côté qui faisoit que les Rayons sortoient plus obliquement de la seconde surface réfringente du Prisme, l'Image devenoit bien-tôt plus longue d'un ou deux pouces, ou au delà; & si l'on tournoit le Prisme du côté opposé, en sorte qu'on fit tomber les Rayons d'une manière plus oblique sur la premiere surface réfringente, l'Image devenoit bien-tôt d'un ou de deux pouces plus courte. C'est pourquoi, en faisant cette Experience, je n'appliquois avec tout le soin possible à mettre exactement le Prisme, suivant la

Regle mentionnée ci-dessus, en telle situation que les Refractions des Rayons en sortant du Prisme fussent égales aux Refractions qu'ils souffroient en y entrant. Le Prisme dont je me servois, avoit quelques veines répandues dans le Verre d'un bout à l'autre, lesquelles dispersoient irrégulièrement certaine partie de la Lumière du Soleil, mais sans contribuer pourtant à augmenter sensiblement la longueur du *Spectre* ou de l'Image colorée : car ayant fait cette Experience avec d'autres Prismes, elle me réussit de la même maniere ; & en particulier, avec un Prisme qui paroissoit exempt de pareilles veines, & dont l'Angle refringent étoit de 62. degrés & demi, je trouvai la longueur de l'Image de 9. pouces 3. quarts, ou de dix pouces, à la distance de 18. pieds & demi du Prisme, la largeur du Trou fait au volet de la Fenêtre, étant d'un quart de pouce comme auparavant. Mais parce qu'il est aisé de se méprendre en essayant de placer le Prisme dans sa situation convenable, je repetai l'Experience quatre ou cinq fois, & je trouvai toujours que la longueur de l'Image étoit telle qu'elle a été marquée ci-dessus. Avec un autre Prisme d'un verre plus net & d'un poli plus parfait, lequel paroissoit exempt de veines, & dont l'Angle refringent étoit de 63. degrés & demi, la longueur de l'Image, à la même distance de 18. pieds & demi, se trouva aussi d'environ 10.

pouces, ou 10. pouces & demi. Au delà de ces mesures, à environ un quart ou un tiers de pouce des deux bouts de l'Image, la Lumière des Nuées paroissoit un peu teinte de rouge & de violet; mais la couleur en étoit si foible que je soupçonnai que cette teinture venoit totalement ou en grande partie de quelques Rayons de l'Image dispersés irrégulièrement par quelques inégalités qui se trouvoient dans la substance & sur le poli du verre. C'est pourquoi je ne l'ai pas comprise dans les mesures dont je viens de parler. Du reste la différente grandeur du Trou dans le volet de la Fenêtre, la différente épaisseur du Prisme dans l'endroit où les Rayons passoient à travers; & les différentes inclinaisons du Prisme à l'Horizon, ne produisoient aucun changement sensible dans la longueur de l'Image. La différente matière des Prismes n'y en produisit pas non plus: car dans un Vase composé de plaques polies de Verre, cimentées ensemble en forme de Prisme, & rempli d'eau; l'Expérience réussit de la même manière, eût égard à la quantité de la Refraction. Il faut observer d'ailleurs que les Rayons alloient, en droite ligne, du Prisme à l'Image; & qu'ainsi en sortant du Prisme, ils avoient entr'eux l'inclinaison qui étoit nécessaire pour former la longueur de l'Image, c'est-à-dire, une inclinaison de plus de deux degrés & demi. Il n'étoit pourtant pas possible,

selon les Regles de l'Optique vulgairement reçûë, qu'ils fussent si fort inclinés l'un à l'autre. Car soit \* *EG* le Volet de la Fenêtre, *F* le Trou fait dans ce Volet par où un Trait de la Lumiere du Soleil étoit introduit dans la Chambre obscure, & *ABC* un Plan imaginaire à trois angles, par lequel on suppose que le Prisme est coupé en travers dans le milieu de la Lumiere; ou, si vous voulez, soit *ABC* le Prisme même, tourné directement vers l'œil du Spectateur par sa plus proche extrémité; soit *XY* le Soleil, *MN* le Papier sur lequel est jettée l'Image Solaire; & *PT* l'Image même dont les côtés en *v* & *w* sont rectilignes & parallèles, & dont les extrémités *P* & *T* finissent en demi-cercle. Soient *YKHP*, & *XLIT* deux Rayons dont le premier allant de la partie la plus basse du Soleil à la partie la plus haute de l'Image, est rompu dans le Prisme en *K*, *H*; & le dernier allant de la partie la plus haute du Soleil à la partie la plus basse de l'Image, est rompu en *L*, *I*. Puisque les Refractions faites des deux côtés du Prisme sont supposées égales entr'elles, c'est-à-dire, que la Refraction en *K* est égale à la Refraction en *I*, & que la Refraction en *L* est égale à la Refraction en *H*, de sorte que les Refractions des Rayons incidens en *K* & *L* prises ensemble sont égales aux Refractions des Rayons émergens en *H* & *I* prises ensemble; il s'en suit en ajoutant choses égales à

\* FIG. 130.

choses égales, que les Refractions en  $K$  &  $H$  prises ensemble, sont égales aux Refractions en  $I$  &  $L$  prises ensemble; & par conséquent que les deux Rayons, ainsi également rompus, ont après la Refraction la même inclinaison l'un à l'autre qu'ils avoient auparavant, c'est-à-dire, l'inclinaison d'un demi degré qui répond au Diametre du Soleil: car telle étoit l'inclinaison mutuelle des Rayons avant la Refraction. Ainsi donc, selon les Regles de l'Optique vulgaire, la longueur de l'Image  $PT$  soustiendrait au Prisme un Angle d'un demi-dégré, & par conséquent seroit égale à la largeur  $v\omega$ , d'où il s'ensuivroit que l'Image seroit ronde. Cela, dis-je, seroit ainsi, supposé que les deux Rayons  $XLIT$  &  $YKHP$ , & tous les autres qui forment l'Image  $P\omega T v$ , fussent également refrangibles. Donc, puisqu'on trouve par expérience que l'Image, au lieu d'être ronde, est environ cinq fois plus longue que large, il s'ensuit que les Rayons qui par la plus grande Refraction sont envoyés au plus haut bout  $P$  de l'Image, doivent être plus refrangibles, que ceux qui sont envoyés au plus bas bout  $T$ , à moins que l'inégalité de Refraction ne soit accidentelle. Cette Image  $PT$  étoit colorée, de Rouge à l'extrémité  $T$  qui terminoit les Rayons les moins rompus, de Violet à l'autre extrémité  $P$  qui terminoit les Rayons les plus rompus; & dans l'entre-deux, de Jaune, de Verd,

de

Bleu : ce qui s'accorde avec la PREMIERE PROPOSITION, *Que les Rayons de Lumière qui different en couleur, different aussi en degrés de réfrangibilité.*

Dans les Exemples précédents j'ai mesuré la longueur de l'Image depuis le Rouge le plus foible & le plus extérieur à l'un des bouts, jusqu'au Bleu le plus foible & le plus extérieur à l'autre bout, excepté seulement une petite Penombre dont la largeur excédoit à peine un quart de pouce, comme il a été remarqué ci-dessus.

QUATRIEME EXPERIENCE. Dans un Trait de Lumière Solaire, transmis dans la Chambre au travers du Trou fait au volet de la Fenêtre, je mis le Prisme à quelques pieds de distance de ce Trou, en telle situation que son Axe fût perpendiculaire à ce trait de Lumière. Ensuite je regardai le Trou au travers du Prisme ; & tournant le Prisme de part & d'autre autour de son Axe pour faire monter & descendre l'Image du Trou, lorsqu'entre ses deux mouvemens opposés elle me parut stationnaire, j'arrêtai le Prisme afin que les Refractions faites des deux côtés de l'Angle réfringent pussent être égales entr'elles comme dans l'Experience précédente. Regardant alors le Trou du Volet au travers du Prisme ainsi situé, j'observai que la longueur de son Image formée par les Rayons rompus, contenoit plu-

sièurs fois sa largeur ; & que la partie de cette Image, qui étoit formée par les Rayons les plus rompus, paroissoit Violette ; que la partie formée par les Rayons les moins rompus, paroissoit Rouge ; & que les parties d'entre-deux paroissoient Bleuës, Vertes, & Jaunes, selon l'ordre dans lequel je viens de les nommer. La même chose arriva lorsqu'ayant retiré le Prisme d'entre la Lumière du Soleil, je regardai au travers de ce Prisme le Trou éclairé par la Lumière qui venoit des nuées. Cependant si la Refraction se faisoit régulièrement suivant une certaine proportion entre les Sinus d'Incidence & de Refraction, comme on le suppose communément, l'Image rompuë auroit dû paroître ronde.

Il paroît donc par ces deux Experiences qu'à incidences égales, il y a une inégalité de Refractions très-considérable. Mais de sçavoir d'où vient cette inégalité, si c'est de ce que quelques-uns des Rayons incidens sont plus rompus, & d'autres moins ; & cela constamment, ou par hazard ; ou de ce qu'un seul & même Rayon est dissipé, brisé, dilaté, & pour ainsi dire, fendu & éparpillé en plusieurs Rayons divergens, comme le suppose *Grimaldo* : c'est ce qui ne paroît pas encore par ces Experiences, mais qui paroîtra par celles qui suivent.

CINQUIÈME EXPERIENCE. Considérant donc que, si dans la Troisième Experi-

ce l'Image du Soleil eût pris une forme oblongue, ou par une dilatation de chaque Rayon, ou par quelque autre inégalité des Refractions, causée par accident; une seconde Refraction faite de côté, auroit dû amplifier cette Image en largeur tout autant qu'elle l'étoit en longueur, soit par une pareille dilatation de Rayons, soit par quelque autre inégalité accidentelle des Refractions faites de côté: j'essayai quels seroient les effets d'une seconde Refraction de cette espee. Dans cette vuë ayant disposé toutes choses comme dans la Troisième Experience, je plaçai un second Prisme immédiatement après le premier, mais de telle maniere qu'il le croisoit, pour pouvoir rompre encore le Trait de la Lumiere Solaire, lequel parvenoit à ce second Prisme au travers du premier. Ce Trait de Lumiere se rompoit en de bas en haut dans le premier Prisme, & de côté dans le second. J'éprouvai que par la Refraction que causoit le second Prisme, la largeur de l'Image n'étoit point augmentée; mais que sa partie supérieure, qui dans le premier Prisme souffroit la plus grande Refraction, & paroissoit Violette & Bleuë, souffroit encore dans le second Prisme une plus grande Refraction que sa partie inférieure qui paroissoit Rouge & Jaune; & cela sans que l'Image fût aucunement dilatée en largeur.

EXPLICATION. Soit \* S le Soleil; F, le \* FIG. 141

E ij

Trou dans le Volet de la Fenêtre; *ABC*, le premier Prisme; *DH*, le second Prisme; *Y*, l'Image ronde du Soleil, produite par un Trait de Lumière direct après qu'on a ôté les Prismes; *PT*, l'Image oblongue du Soleil, produite par ce Trait de Lumière passant au travers du premier Prisme tout seul, le second Prisme ayant été ôté; & *pt*, l'Image produite par les Refractions croisées des deux Prismes. Or si les Rayons qui tendent vers les differens Points de l'Image ronde *Y*, étoient dilatés & dispersés par la Refraction du premier Prisme, de sorte qu'ils ne dussent plus aller par autant de lignes particulieres à certains Points particuliers; mais que chaque Rayon étant fendu, éparpillé, & changé de Rayon *lineaire* en une surface de Rayons divergens du Point de Refraction, & faisant un même plan avec les Angles d'Incidence & de Refraction, de telle maniere que dans ces Plans les Rayons fussent répandus sur autant de lignes qui s'étendissent presque depuis un bout de l'Image *PT* jusqu'à l'autre; & que ce fût-là ce qui rendit cette Image oblongue: si c'étoit-là le cas, ces Rayons avec leurs differentes parties tendant vers les differens points de l'Image *PT*, devroient être encore dilatés & répandus de côté par la Refraction *transversale* du second Prisme, jusqu'à composer une Image quarrée comme celle qui est représentée en *m*. Pour mieux comprendre

ce que je dis-là, distinguez l'Image  $PT$  en cinq parties égales  $PQK$ ,  $KQL$ ,  $LRS$ ,  $MSV$ ,  $NVT$ . Par la même irrégularité que la Lumière orbiculaire  $Y$ , étant dilatée par la Refraction du premier Prisme, vient à former l'Image oblongue  $PT$ , la Lumière  $PQK$  qui occupe un espace de la même longueur & largeur que la Lumière  $Y$ , devrait être dilatée par la Refraction du second Prisme, & former la longue Image  $pqp$ ; & la Lumière  $KQL$  devrait former la longue Image  $qql$ ; & les Lumières  $LRS$ ,  $MSV$ ,  $NVT$ , autant d'autres longues Images  $lrs$ ,  $msv$ ,  $vtl$ ; auquel cas toutes ces longues Images composeroient l'Image quarrée  $\pi$ . C'est ainsi, dis-je, que cela devrait arriver, si chaque Rayon étoit dilaté par la Refraction, & répandu en une surface triangulaire de Rayons divergents du Point de Refraction. Car la seconde Refraction épandroit les Rayons d'un côté, autant que la première les épand de l'autre, & par cela même dilateroit l'Image en largeur autant que la première Refraction la dilate en longueur. La même chose devrait arriver, si quelques Rayons souffroient par accident une plus grande Refraction que d'autres. Mais la chose arriva tout autrement: car l'Image  $PT$  ne fut pas rendue plus large par la Refraction du second Prisme, mais devint seulement oblique comme elle est représentée en  $pt$ ; son extrémité

superieure *P* fut transportée par la Refraction à une plus grande distance que son extremité inferieure *T*. Ainsi la Lumiere qui alloit vers l'extremité superieure *P* de l'Image, étoit (à incidences égales) plus rompuë dans le second Prisme, que la Lumiere qui tendoit vers l'extremité inferieure *T*, c'est-à-dire le Bleu & le Violet plus que le Rouge & le Jaune; & par conséquent elle étoit plus refrangible en *P* qu'en *T*. Cette même Lumiere étoit transportée par la Refraction du premier Prisme, plus loin de l'endroit *Y* où elle tendoit avant la Refraction; & souffroit par conséquent, aussi bien dans le premier Prisme que dans le second, une plus grande Refraction que le reste de la Lumiere; & étoit dès-là plus refrangible que le reste, avant même qu'elle vint à tomber sur le premier Prisme.

Je mis quelquefois un troisiéme Prisme après le second, & quelquefois un quatriéme après le troisiéme, afin que par tous ces Prismes l'Image pût être souvent rompuë de côté; mais les Rayons qui souffroient dans le premier Prisme une plus grande Refraction que le reste, en souffroient aussi une plus grande dans tous les autres Prismes; & cela, sans que l'Image fût aucunement dilatée de côté. C'est donc à juste titre que ces Rayons, constants à être plus rompus que les autres, sont réputés plus refrangibles.

Mais, afin que le resultat de cette Experience paroisse plus clairement, il est bon de remarquer que les Rayons qui sont également refrangibles, tombent tous sur un Cercle qui répond au Disque du Soleil: car c'est ce qui a été prouvé dans la Troisième Experience. Par un Cercle, je n'entens pas ici un Cercle parfait & geometrique, mais une Figure orbiculaire, dont la longueur est égale à sa largeur, & qui à vûë d'œil peut paroître circulaire. Soit donc \*  $AG$  le Cercle que tous les Rayons les plus refrangibles, issus du Disque entier du Soleil, peindroient sur le Mur opposé s'ils étoient seuls:  $EL$ , le Cercle que tous les Rayons les moins refrangibles y peindroient pareillement s'ils étoient seuls; &  $BH$ ,  $CI$ ,  $DK$ , les Cercles qu'autant d'especes de Rayons intermediats peindroient successivement sur le Mur, si chacun à part, ils étoient successivement émanés du Soleil, le reste étant toujours intercepté. Enfin imaginez qu'il y a d'autres Cercles intermediats sans nombre, que d'autres especes innombrables de Rayons intermediats traceroient successivement sur le Mur, si le Soleil envoyoit successivement chacune de ces especes à part. Mais parce que le Soleil envoie toutes ces especes de Rayons à la fois, il faut qu'ils peignent tous ensemble un nombre innombrable de Cercles égaux qui placés en ordre dans une suite con-

\* FIG. 15.

tinué selon leurs degrés de refrangibilité, contribuent tous à composer l'Image oblongue  $PT$  que j'ai décrite dans la Troisième Expérience. Or si l'Image circulaire  $Y$  du Soleil (dans les *Figures* 14. & 15.) laquelle est formée par un Trait de Lumière non rompu, étoit convertie en l'Image oblongue  $PT$ , par la dilatation de chacun des Rayons en particulier, ou par quelque autre irrégularité dans la Refraction du premier Prisme; il faudroit par la même raison qu'en vertu de la Refraction croisée du second Prisme, qui à son tour dilateroit ou disperferoit de quelque autre maniere les Rayons comme auparavant: il faudroit, dis-je, que dans cette Image chaque Cercle  $AG$ ,  $BH$ ,  $CI$ , &c. fût pareillement étendu & transformé en figure oblongue; auquel cas la largeur de l'Image  $PT$  se trouveroit alors autant augmentée que la longueur de l'Image  $Y$  l'avoit été auparavant par la Refraction du premier Prisme; & ainsi par les Refractions des deux Prismes mis ensemble, il se formeroit une Figure carrée  $p\pi t\eta$ , telle qu'elle a été décrite ci-dessus. Donc, puisque la largeur de l'Image  $PT$  n'est pas augmentée par la Refraction faite de côté, il est certain que par cette Refraction les Rayons ne sont ny fendus, ny dilatés, ny irrégulièrement dispersés de quelque autre maniere que ce soit; mais que par cette Refraction chaque Cercle est transporté tout entier

dans

dans un autre endroit par une Refraction régulière & uniforme : ainsi le Cercle  $AG$  par la plus grande Refraction est transporté en  $ag$ , le Cercle  $BH$  par une moindre Refraction en  $bh$ , le Cercle  $CI$  par une Refraction encore moindre en  $ci$ , & ainsi du reste : c'est par ce moyen qu'une nouvelle Image  $pt$  inclinée à la précédente  $PT$ , est pareillement composée de Cercles placés en ligne droite, lesquels doivent être de la même grandeur que les précédents ; parce que les largeurs de toutes les Images  $Y$ ,  $PT$ , &  $pt$  sont égales, à égales distances des Prismes.

Je considérerai de plus, que par la largeur du Trou  $F$ , au travers duquel la Lumière passe dans la Chambre obscure, il se fait une Penombre autour de l'Image  $Y$  ; & que cette Penombre reste dans les côtés rectilignes des Images  $PT$  &  $pt$ . Je mis donc au devant de ce Trou une Lentille ou le Verre objectif d'un Telescope, qui pût renvoyer distinctement l'Image du Soleil en  $Y$  sans la moindre Penombre ; & par ce moyen la Penombre des côtés rectilignes des Images oblongues  $PT$  &  $pt$ , fut aussi tout-à-fait dissipée, de sorte que ces côtés parurent terminés aussi distinctement que la circonférence de la première Image  $Y$ . Il arrive justement la même chose si le Verre des Prismes est exempt de veines, & que leurs côtés soient exactement plans & bien polis sans ce

nombre infini de rayes qui restent ordinairement de petits trous faits de suite par le sable, & que le polis fait avec de la potée, n'a point entièrement aplanis. Et même quoique les côtés, au lieu d'être exactement plans, soient un peu convexes ou concaves, comme il arrive fréquemment, & que du reste le Verre soit bien poli & exempt de veines; les trois Images  $Y$ ,  $PT$ , &  $pt$ , peuvent fort bien se trouver sans Penombre, mais non pas à égales distances des Prismes. Or de ce manque de Penombre j'inferai plus certainement que chacun des Cercles mentionnés ci-dessus, étoit rompu en conséquence de quelque Loi absolument régulière, uniforme & constante. Car s'il y avoit quelque irrégularité dans la Refraction, les lignes droites  $AE$ , &  $GL$ , que tous les Cercles touchent dans l'Image  $PT$ , ne pourroient point être transférées par cette Refraction dans les Lignes  $ae$  &  $gl$ , aussi distinctes & aussi droites qu'elles l'étoient auparavant: mais il naîtroit dans ces Lignes transférées quelque Penombre, quelque courbure, quelque ondulation, ou quelque autre confusion sensible; ce qui est directement contraire à l'expérience. Toute Penombre ou confusion qui seroit produite dans les Cercles par la Refraction croisée du second Prisme, paroîtroit visiblement dans les lignes droites  $ae$  &  $gl$ , qui touchent ces Cercles. Par conséquent n'y ayant, ni Penombre, ni

confusion dans ces lignes droites, il n'y en doit point avoir dans les Cercles qu'elles touchent. Puisque la distance entre ces Tangentes, ou la largeur de l'Image, n'est pas augmentée par les Refractions, les Diametres des Cercles ne sont pas augmentés non plus par ce moyen-là. De plus, puisque ces Tangentes continuent d'être lignes droites, chaque Cercle qui est plus ou moins rompu par le premier Prisme, est exactement rompu dans la même proportion, plus ou moins, par le second Prisme. Et comme tout cela continuë d'arriver de la même maniere, lorsque les Rayons sont encore rompus de côté par un troisiéme & un quatriéme Prisme, il est évident que les Rayons d'un seul & même Cercle sont constamment uniformes & homogenes entr'eux par rapport à leur degré de refrangibilité; & que les Rayons de differents Cercles different en degrés de refrangibilité, & cela dans une certaine proportion constante & déterminée: ce que j'avois entrepris de prouver.

Au reste il y a dans cette Experience une ou deux particularités qui rendent la chose encore plus sensible & plus convaincante. Que le second Prisme  $DH$  \* soit placé, non immédiatement après le premier, mais à quelque distance, supposé à moitié chemin entre ce premier Prisme & le Mur sur lequel est jettée l'Image oblongue  $PT$ , en sorte que la Lumiere

\*F16.16.

qui vient du premier Prisme puisse tomber sur le second Prisme en forme d'une Image oblongue  $\pi r$  parallèle à ce second Prisme, & être rompuë de côté, pour former sur le Mur l'Image oblongue  $p t$ : vous trouverez comme auparavant que l'Image  $p t$  est inclinée à l'Image  $PT$  que le premier Prisme forme tout seul sans le second; les extrémités Bleuës  $P$  &  $p$ , étant plus éloignées l'une de l'autre, que les Rouges  $T$  &  $t$ : d'où l'on doit conclure que les Rayons qui vont à l'extrémité Bleuë  $\pi$  de l'Image  $\pi r$ , & qui par cela même souffrent la plus grande Refraction dans le premier Prisme, sont encore plus rompus dans le second Prisme que les autres Rayons.

\* FIG. 17. J'essayai encore la même chose en introduisant la Lumière du Soleil dans une Chambre obscure à travers deux petits Trous ronds \*  $F$  &  $\phi$  faits au volet de la Fenêtre, & en rompant avec deux Prismes parallèles  $ABC$  &  $\alpha\beta\gamma$  placés devant ces Trous, (un au devant de chaque Trou) les deux Traits de Lumière qui passaient au travers de ces deux Trous, les faisant tomber sur le Mur opposé de la Chambre de telle manière que les deux Images colorées  $PT$  &  $MN$  qu'ils peignoient sur le Mur, étoient jointes bout à bout, & couchées sur une même Ligne droite, l'extrémité rouge  $T$  de l'une des Images touchant l'extrémité bleuë  $M$  de l'autre Image. Car ces deux Traits de

Lumière étant encore rompus de côté par un troisième Prisme  $HD$  qui croissoit les deux premiers ; & par ce moyen-là les Images étant transportées en quelque autre endroit du Mur, par exemple, l'Image  $PT$  en  $p t$ , & l'Image  $MN$  en  $m n$  ; n'étoient plus couchées sur une seule ligne droite, ni leurs extrémités contiguës, comme auparavant : mais au contraire étant séparées l'une de l'autre, elles devenoient parallèles entr'elles, l'extrémité bleüe  $m$  de l'Image  $m n$ , étant par une plus grande Refraction transportée plus loin de sa première place  $MT$ , que l'extrémité rouge  $t$  de l'autre Image  $p t$ , ne l'étoit de la même place  $MT$  ; ce qui met la Proposition à couvert de toute dispute. Du reste la même chose arrive, soit que le troisième Prisme  $DH$  soit placé immédiatement après les deux premiers, ou à une distance considérable : de sorte que la Lumière rompuë par les deux premiers Prismes tombe sur le troisième, ou blanche & circulaire, ou colorée & oblongue.

SIXIÈME EXPERIENCE. Ayant pris deux Planches assez minces je fis au milieu de chacune un Trou rond d'un tiers de Pouce de Diametre ; & ayant fait dans le volet de la Fenêtre un Trou beaucoup plus large, pour laisser entrer dans la Chambre obscure un gros Trait de Lumière Solaire, je mis un Prisme derrière le volet au devant de cette Lu-

46 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
miere pour la faire tomber rompuë sur le Mur opposé; & justement derriere ce Prisme je fixai une de mes Planches en sorte que le milieu de la Lumiere rompuë pût passer au travers du Trou que j'y avois fait, & que le reste fût intercepté par la Planche. Ensuite, à la distance d'environ douze pieds de la premiere Planche, je fixai l'autre Planche en telle sorte que le milieu de la Lumiere rompuë qui ayant passé par le Trou de la premiere Planche, étoit tombée sur le Mur opposé, pût passer à travers le Trou de cette autre Planche, & que le reste étant intercepté par la Planche pût y tracer l'Image colorée du Soleil. Et immédiatement derriere cette seconde Planche je fixai un autre Prisme pour rompre la Lumiere qui passoit au travers du Trou. Alors je revins promptement au premier Prisme, & le tournant lentement de côté & d'autre autour de son Axe, je fis en sorte que l'Image qui étoit tombée sur la seconde Planche, se mouvoit en haut & en bas sur cette Planche, pour que toutes les parties de l'Image pussent passer successivement par le Trou de cette Planche, & tomber sur le Prisme qui étoit derriere. En même temps je marquai sur le Mur opposé les lieux où cette Lumiere passoit après avoir été rompuë dans le second Prisme; & par la difference de ces Lieux, je trouvai que la Lumiere qui ayant souffert la plus grande Refraction

dans le premier Prisme , alloit à l'extrémité Bleue de l'Image , étoit encore plus rompuë dans le second Prisme que la Lumiere qui alloit à l'extrémité Rouge de la même Image ; ce qui prouve la premiere Proposition aussi bien que la seconde. Et cela se passoit ainsi , soit que les Axes des deux Prismes fussent parallèles , ou bien inclinés l'un à l'autre , & à l'Horizon , à Angles donnés quelconques.

EXPLICATION. Soit \* *F* le Trou large fait au volet de la Fenêtre , au travers duquel le Soleil donne sur le premier Prisme *ABC* : Que la Lumiere rompuë tombe sur le milieu de la Planche *DE* ; que le milieu de cette Lumiere tombe sur le Trou *G* qui est au milieu de cette même Planche : & que cette partie de la Lumiere , qui a passé par ce Trou , tombe encore sur le milieu de la seconde Planche *de* , & y peigne une Image du Soleil oblongue & colorée , telle qu'elle a été décrite dans la troisième Experience. En tournant doucement le Prisme *ABC* de côté & d'autre , autour de son Axe , cette Image sera transportée vers le haut & vers le bas de la Planche *de* ; & par ce moyen toutes ses parties , d'un bout à l'autre , peuvent être transmises successivement à travers le Trou *g* qui est au milieu de cette Planche. En même temps il faut fixer un autre Prisme *a b c* immédiatement après le Trou *g* , pour que la Lumiere qui passe au travers de ce Trou ,

\* FIG. 18.

48 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
soit rompuë une seconde fois. Ces choses ainsi disposées, je marquai les endroits *M* & *N* du Mur opposé, sur lesquels tomboit la Lumiere rompuë, & je trouvai que, tandis que les deux Planches & le second Prisme restoient immobiles, ces endroits étoient dans un changement continuel si l'on tournoit le premier Prisme autour de son Axe. Car lorsque la partie inferieure de la Lumiere qui tomboit sur la seconde Planche *de*, étoit envoyée à travers le Trou *g*, elle alloit à un endroit inferieur du Mur *M*; & lorsque la partie superieure de cette Lumiere étoit envoyée à travers le même Trou *g*, elle alloit à un endroit superieur du Mur *N*; & lorsque quelque partie intermediaite de cette même Lumiere étoit envoyée au travers de ce Trou *g*, elle alloit à quelque endroit du Mur entre *M* & *N*. Parce que la position des Trous dans les Planches ne changeoit jamais, l'Incidence des Rayons sur le second Prisme étoit la même dans tous ces cas. Mais quoique cette Incidence fut commune, quelques-uns des Rayons étoient plus rompus, & d'autres moins: Ces Rayons-là étoient les plus rompus dans le second Prisme, qui par une grande Refraction dans le premier Prisme, étoient jettés plus à l'écart; & par consequent on peut à juste titre nommer ces Rayons-là les plus refrangibles, qui sont constamment plus rompus que les autres.

SEPTIÈME EXPERIENCE. Ayant fait deux Trous l'un près de l'autre dans le volet de ma Fenêtre , je mis au devant deux Prismes , un devant chaque Trou , lesquels pussent envoyer sur le Mur opposé ( de la maniere qui a été décrite dans la *Troisième Experience* ) deux Images du Soleil , oblongues & colorées. Et ayant mis , à une petite distance du Mur , un morceau de Papier , long & étroit , dont les bords étoient droits & paralleles , je disposai les Prismes & le Papier de telle maniere que la couleur Rouge de l'une de ces Images tombât directement sur une moitié du Papier , & la couleur Violette de l'autre Image sur l'autre moitié du même Papier : de sorte que le Papier paroissoit de deux couleurs , Rouge & Violet , à peu près comme le Papier peint dans la *premiere & la seconde Experience*. Après cela je couvris d'un drap noir le Mur qui étoit derriere le Papier , afin que l'Experience ne pût point être troublée par quelque Lumiere réfléchie du côté du Mur. Regardant alors le Papier au travers d'un troisième Prisme parallele au Papier , je vis que la moitié du Papier qui étoit éclairée d'une Lumiere Violette , étoit séparée de l'autre moitié par une plus grande Refraction , sur tout lorsque je m'éloignois considérablement du Papier. Car lorsque je le regardois de trop près , les deux moitiés du Papier ne paroissoient plus entièrement séparées,

mais contiguës par un de leurs Angles, comme le Papier peint, moitié Bleu & moitié Rouge, dans la *premiere Experience*. La même chose arrivoit, lorsque je me servois d'un papier trop large.

Quelquefois au lieu du Papier, j'employois un Fil blanc, qui au travers du Prisme paroiffoit divisé en deux fils paralleles, comme cela est représenté dans la *Figure 19*. où *D G* désigne le fil éclairé de Rayons violets depuis *D* jusqu'à *E*, & de Rayons rouges depuis *E* jusqu'à *G*, au travers des deux premiers Prismes; & où *de* & *fg* sont les deux moitiés du fil, vûës par Refraction au travers du troisiéme Prisme. Si une moitié du fil est constamment illuminée de rouge, & l'autre moitié de toutes les Couleurs successivement ( ce qui peut être effectué en faisant tourner l'un des deux premiers Prismes autour de son Axe tandis que l'autre reste immobile ) cette derniere moitié, à regarder le fil au travers du troisiéme Prisme, paroîtra, lorsqu'elle sera illuminée de rouge, continuée sur une ligne droite avec la premiere moitié, commençant d'en être un peu séparée lorsqu'elle sera illuminée d'Orangé, & s'en écartant plus loin lorsqu'elle sera illuminée de jaune, & plus loin encore lorsqu'elle sera illuminée de Verd, & encore davantage lorsqu'elle sera illuminée de Bleu, & plus encore lorsqu'elle sera illuminée d'Indigo, & enfin le plus de tout lorsqu'elle sera illuminée

d'un violet foncé. Tout cela montre évidemment que les Rayons de différentes couleurs sont en différents degrés plus réfrangibles les uns que les autres, & cela dans l'ordre suivant, à commencer par les moins réfrangibles, le rouge, l'orangé, le jaune, le verd, le bleu, l'indigo, le violet foncé; ce qui prouve aussi-bien la PREMIERE PROPOSITION que la SECONDE.

Outre cela je disposai \* les Images colorées *PT* & *MN*, produites dans la Chambre obscure par la Refraction de deux Prismes, de telle maniere qu'elles étoient jointes bout à bout & couchées sur une même ligne droite, comme je l'ai décrit ci-dessus dans *la cinquième Expérience*, & regardant ces Images au travers d'un troisième Prisme parallèle à leur longueur, elles ne parurent plus unies ensemble sur une ligne droite, mais entièrement séparées l'une de l'autre, comme elles sont représentées en *pt mn*, l'extrémité violette *m* de l'Image *mn* étant par une plus grande Refraction transportée plus loin de sa premiere place *MT*, que l'extrémité rouge *t* de l'autre Image *pt*.

\* FIG. 17

Une autre fois je disposai \* ces deux Images *PT* & *MN*, de telle sorte qu'elles devinrent coïncidentes dans un ordre inverse de leurs couleurs, l'extrémité rouge de chacune de ces Images tombant sur l'extrémité violette de l'autre, comme elles sont représentées dans la Figure oblongue *PTMN*: après quoi les

\* FIG. 20.

ayant regardées au travers d'un Prisme *DH* que je tenois parallèle à leur longueur, elles ne parurent point coïncidentes comme lorsque je les regardois simplement avec l'œil, mais elles parurent sous la forme de deux Images distinctes *pt* & *mn*, qui se croisoient par le milieu à la maniere de la Lettre *X*. D'où il paroît que le rouge d'une de ces Images, & le violet de l'autre, qui étoient coïncidents en *PN* & *MT*, (ayant été séparés l'un de l'autre par une plus grande Refraction du violet en *p* & *m*, que du rouge en *n* & *t*,) different en degrés de refrangibilité.

Ayant pris encore un petit cercle de papier blanc, je le couvris tout entier de la lumière de deux Prismes mêlée ensemble; & lorsque ce morceau de papier fut illuminé du rouge d'une des Images, & du violet foncé de l'autre: de sorte que par le mélange de ces couleurs il paroissoit tout-à-fait teint en pourpre: je le regardai d'abord à une petite distance, & ensuite à une plus grande, au travers d'un troisième Prisme; & à mesure que je m'éloignois du papier, son Image se séparoit de plus en plus, en conséquence de l'inégale Refraction des deux couleurs mêlées ensemble; & enfin elle se partagea en deux Images distinctes, l'une rouge, & l'autre violette: celle-ci étoit la plus éloignée du papier; & par conséquent elle avoit souffert la plus grande Re-

fraction { Lorsque le Prisme, qui placé près de la Fenêtre, jettoit du violet sur le Papier, fut ôté, l'Image violette disparut aussi-tôt; & l'autre Prisme étant ôté, l'Image rouge s'évanouït à son tour: ce qui fait voir, que ces deux Images n'étoient autre chose que les Lumières des deux Prismes, d'abord entre-mêlées sur le Papier teint en pourpre, & ensuite séparées de nouveau par leurs Refractions inégales, faites dans le troisième Prisme, au travers duquel on regardoit le Papier. Une autre chose digne de remarque, c'est que, si l'on tournoit autour de son Axe l'un des Prismes qui étoit près de la Fenêtre, (par exemple, celui qui jettoit du violet sur le Papier) pour faire que toutes les couleurs, le violet, l'Indigo, le bleu, le verd, le jaune, l'orangé, le rouge, tombassent successivement de ce Prisme sur ce Papier, selon l'ordre dans lequel je viens de les nommer; l'Image violette changeoit de couleur suivant cet ordre, passant successivement à l'Indigo, au bleu, au verd, au jaune, & au rouge; & en changeant aussi de couleur, elle approchoit de plus en plus de l'Image Rouge produite par l'autre Prisme, jusqu'à ce qu'étant rouge aussi, les deux Images devenoient absolument coïncidentes.

Je mis aussi deux Cercles de Papier; fort près l'un de l'autre, l'un sur la Lumière rouge d'un des Prismes, & l'autre sur la Lumière

violette de l'autre Prisme. Ils avoient chacun un pouce de Diametre ; & derriere ces Cercles le Mur étoit couvert de noir , afin que l'Expe-  
rience ne pût point être troublée par aucune Lumiere qui vînt de ce côté là. Ces Cercles étant ainsi illuminés , je les regardai au travers d'un Prisme que je tenois de telle maniere que la Refraction pût se faire vers le Cercle rouge ; & à mesure que je m'éloignois des Cercles , ils s'approchoient l'un de l'autre de plus en plus , jusqu'à ce qu'enfin ils devinrent coïncidents : après quoi venant encore à m'en éloigner davantage , ils se separerent de nouveau dans un ordre contraire , le violet étant emporté au delà du rouge par une grande Refraction.

HUITIÈME EXPERIENCE. En Eté dans le temps que la Lumiere du Soleil est ordinairement la plus forte , je mis un Prisme devant le Trou du volet de ma Fenêtre comme dans *la troisième Experience* , mais de telle sorte que l'axe du Prisme fut parallèle à l'axe du Monde ; & contre le Mur opposé à l'endroit où tomboit la Lumiere rompuë du Soleil , je mis un Livre ouvert. Alors , à six piés & deux pouces de distance du Livre , je plaçai la Lentille mentionnée ci-dessus , par laquelle la Lumiere que le Livre reflechiroit , pût devenir convergente , & se réunir encore derriere la Lentille à la distance de six piés & deux pouces , & y peindre les Images ou Especes particu-

res du Livre sur une feuille de Papier blanc, à peu près comme dans *la seconde Experience*. Ayant fixé le Livre & la Lentille, je marquai l'endroit où étoit le Papier, lorsque les Caracteres du Livre, éclairés par le rouge le plus vif de l'Image Solaire qui tomboit dessus, étoient peints le plus distinctement sur ce Papier. Après cela, j'attendis que par le mouvement du Soleil & celui de son Image sur le Livre, toutes les couleurs depuis ce rouge jusqu'au milieu du bleu eussent passé sur ces Caracteres : & lorsque ces Caracteres furent illuminés par ce bleu, je marquai encore l'endroit du Papier où ils étoient peints le plus distinctement ; & je trouvai que ce dernier endroit du Papier étoit environ deux pouces & demi, ou deux pouces & trois quarts plus près de la Lentille que le premier. Par conséquent la Lumiere qui faisoit l'extrémité violette de l'Image, fut d'autant plutôt convergée & rassemblée par une plus grande Refraction, que ne le fut la Lumiere qui en composoit l'extrémité rouge. Du reste, en faisant cette Experience, j'obscurcis la Chambre autant qu'il me fut possible. Car si les couleurs sont délayées & affoiblies par le mélange de quelque Lumiere étrangere, la distance entre les divers endroits du Papier où paroîtront les différentes couleurs, ne sera pas si grande. Dans *la seconde Experience* où j'employai les couleurs des Corps naturels, cette distance n'étoit

que d'un pouce & demi, à cause de l'imperfection de ces couleurs. Mais ici que j'employois les couleurs du Prisme, qui sont manifestement plus hautes, plus foncées, & plus vives que celles des Corps naturels, la distance étoit de deux pouces & trois quarts. Et si les couleurs étoient encore plus vives, je ne doute point que cette distance ne fût considérablement plus grande. Car par l'anticipation que les Cercles décrits dans la seconde Figure de *la cinquième Experience*, faisoient les uns sur les autres, comme aussi par la Lumière éclatante des nuées qui étoient proche du corps du Soleil, laquelle se méloit avec ces couleurs, & par des Rayons dispersés par les inégalités de la surface du Prisme; la Lumière colorée du Prisme étoit si composée, que les Images que l'Indigo & le violet, couleurs foibles & obscures, jettoient sur le Papier, n'étoient pas assez distinctes pour pouvoir être bien remarquées.

NEUVIÈME EXPERIENCE. Ayant pris un Prisme dont les deux Angles sur la base étoient égaux & demi droits, & le troisième Angle droit, je le mis au devant d'un Trait de Lumière Solaire qui passoit dans la chambre obscure par un Trou fait dans le Volet de la Fenêtre, comme dans *la troisième Experience*. Et tournant lentement ce Prisme autour de son Axe jusqu'à ce que toute la Lumière qui avoit passé à travers un de ses Angles, & y avoit été rom-  
puë,

puë , eût commencé à être réfléchië par sa Base par où jufqu'alors elle étoit f. rtie du Verre ; j'observai que les Rayons qui avoient souffert la plus grande Refraction , étoient plutôt réfléchis que les autres. Sur cela je m'imaginai que les Rayons de la Lumiere réfléchië , qui étoient les plus refrangibles , étoient les premiers qui par une totale reflexion se trouvoient dans cette Lumiere en plus grande quantité que le reste ; & que dans la fuite les autres y entroient aussi par une reflexion totale , en aussi grande quantité que les premiers. Pour en faire l'épreuve , je fis passer la Lumiere réfléchië au travers d'un autre Prisme ; & cette Lumiere ayant été rompuë par ce dernier Prisme , je la fis tomber ensuite sur une feuille de Papier blanc , placé derrière à quelque distance , où les couleurs ordinaires du Prisme furent dépeintes par le moyen de cette Refraction. Après cela , tournant le premier Prisme autour de son Axe , comme ci-dessus , j'observai que lorsque les Rayons qui dans ce premier Prisme avoient souffert la plus grande Refraction , & paroissoient bleus & violets , commencerent à être totalement réfléchis , la Lumiere bleuë & la violette , peintes sur le Papier , qui étoient les plus rompuës dans le second Prisme , reçurent un accroissement sensible par dessus le rouge & le jaune qui y étoient les moins rompus ; & qu'ensuite lorsque le reste de la Lumiere , qui étoit

58 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
 verd, jaune & rouge, commença à être totalement réfléchi dans le premier Prisme, la Lumiere de ces dernieres Couleurs peintes sur le Papier par Refraction dans le second Prisme, reçut un aussi grand accroissement que celui que le violet & le bleu y avoient reçu auparavant. D'où il s'ensuit évidemment que le Trait de Lumiere réfléchi par la Base du premier Prisme étant grossi premièrement par les Rayons les plus refrangibles, & ensuite par les moins refrangibles, est composé de Rayons différemment refrangibles Or que toute cette espece de Lumiere réfléchie soit de la même nature que la Lumiere du Soleil avant son Incidence sur la Base du premier Prisme, c'est de quoi personne ne s'est jamais avisé de douter, tout le monde tombant généralement d'accord que par de telles réflexions la Lumiere ne souffre aucune altération dans ses modifications & propriétés. Je ne considere ici aucune Refraction faite dans les côtés du premier Prisme; parce que la Lumiere y entrant perpendiculairement au premier côté, & en sortant perpendiculairement au second, ne souffre par là aucune Refraction. Ainsi donc la Lumiere incidente du Soleil étant de la même nature que sa Lumiere émergente, & cette dernière étant composée de Rayons différemment refrangibles, il s'ensuit que la première doit être composée de la même maniere.

Figure,  $ABC$  est le premier Prisme ou sa section en travers;  $BC$ , sa Base;  $B$  &  $C$ , ses Angles égaux sur sa Base, chacun de 45. degrés;  $A$ , sa Pointe rectangulaire;  $FM$ , un Trait de Lumiere Solaire introduit dans une Chambre obscure au travers du Trou  $F$  large d'un tiers de pouce;  $M$ , son incidence sur la Base du Prisme;  $MG$ , un Rayon moins rompu;  $MH$ , un Rayon plus rompu;  $MN$ , le Trait de Lumiere réfléchi de la Base  $BC$ ;  $VXY$ , le second Prisme par lequel ce Trait de Lumiere est rompu en passant au travers;  $Nt$ , la Lumiere de ce Trait la moins rompuë; &  $Np$ , celle qui l'est le plus. Lorsqu'on tourne le premier Prisme  $ABC$  autour de son Axe selon l'ordre des Lettres  $A, B, C$ , les Rayons  $MH$  sortent toujours plus obliquement de ce Prisme; & enfin, après leur sortie la plus oblique, ils sont réfléchis vers  $N$ , & s'avancant en  $p$  ils augmentent le nombre des Rayons  $Np$ . Après quoi, si l'on continuë de mouvoir le premier Prisme, les Rayons  $MG$  sont aussi réfléchis en  $N$ , & augmentent le nombre des Rayons  $Nt$ . Donc la Lumiere  $MN$  reçoit dans sa composition, premièrement les Rayons les plus refrangibles, & ensuite les moins refrangibles; & cependant après cette composition, elle est de la même nature que la Lumiere immédiate  $FM$ , du Soleil, parcequ'elle ne reçoit aucune altération de la Réflexion de la Base speculaire  $BC$ .

DIXIÈME EXPERIENCE. Ayant pris

dans le troisieme Prisme avoient été les plus rompus, & avoient illuminé le Papier de violet & de bleu, furent par Reflexion les premiers séparés de la Lumiere transmise, les autres restant & peignant leurs couleurs sur le Papier, comme auparavant, sçavoir le verd, le jaune, l'orangé, & le rouge: ensuite continuant le mouvement des deux Prismes liés ensemble, ces autres Rayons furent aussi dissipés par une totale Réflexion, chacun à son tour, selon leurs differents degrés de refrangibilité. Donc la Lumiere qui sortoit de ces deux Prismes, estoit composée de Rayons differemment refrangibles; puisque les Rayons les plus refrangibles pouvoient en être ôtés, tandis que les moins refrangibles restoient. Mais si après avoir passé seulement au travers des surfaces paralleles de ces deux Prismes liés ensemble, elle souffroit quelque changement par la Refraction d'une de ces surfaces, elle devoit perdre cette impression par la Refraction contraire de l'autre surface opposée: de sorte qu'étant par là rétablie dans son premier état, elle se trouvoit de la même nature qu'avant que de tomber sur ces deux Prismes; & par conséquent avant son incidence elle étoit autant composée de Rayons differemment refrangibles qu'elle étoit après.

EXPLICATION. Dans la vingt-deuxième Figure, *ABC*, & *BCD*, sont les deux Prismes joints ensemble en forme de Parallelepipede.

\* FIG. 22.

leurs côtés  $BC$  &  $CB$  étant contigus; & leurs Côtés  $AB$  &  $CD$  paralleles entr'eux. Le troisiéme Prisme est  $HIK$ , par lequel la Lumiere du Soleil, qui a été introduite par le Trou  $F$  dans la Chambre obscure, & qui là a passé au travers des Côtés  $AB$ ,  $BC$ ,  $CB$ ,  $CD$ , des deux premiers Prismes, est rompuë en  $O$  sur le Papier blanc  $PT$ , où elle tombe en partie sur  $P$  par une plus grande Refraction, en partie sur  $T$  par une moindre, & en partie sur  $R$  & autres endroits intermedits par des Refractions intermedites. En tournant le Parallelepide  $ACDB$  autour de son Axe, selon l'ordre des Lettres  $A$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $B$ , il arrivera que, lorsque les Plans contigus  $BC$  &  $CB$  seront suffisamment obliques aux Rayons  $FM$  qui tombent sur ces Plans en  $M$ ; là s'évanouïront totalement de la Lumiere rompuë  $OPT$ , premierement les Rayons les plus rompus  $OP$ , ( les autres  $OR$  &  $OT$ , restant comme auparavant ) ensuite les Rayons  $OR$  & d'autres Rayons intermedits, & enfin les Rayons les moins rompus  $OT$ . Car lorsque le Plan  $BC$  viendra à être suffisamment incliné aux Rayons qui tombent dessus, ces Rayons commenceront à être totalement reflechis par ce Plan vers  $N$ ; & les Rayons les plus refrangibles étant les premiers qui seront totalement reflechis, ( comme cela a été expliqué dans l'Experience precedente ) ils doivent par conséquent disparoître les premiers en  $P$ ; & en-

suite les autres, à mesure qu'ils seront, chacun en son rang, totalement réfléchis en *N*; doivent disparoître aussi dans le même ordre en *R* & *T*. Ainsi donc les Rayons qui en *O* souffrent la plus grande Réfraction, peuvent être séparés de la Lumière *MO* tandis que les autres Rayons y restent; & par conséquent la Lumière *MO* est composée de Rayons différemment réfrangibles. Et parce que les Plans *AB* & *CD* sont parallèles entr'eux, & que par cela même ils détruisent par des Réfractions égales & opposées leurs effets mutuels, la Lumière incidente *FM* doit être du même genre & de la même nature que la Lumière émergente *MO*; & par conséquent elle est composée aussi de Rayons différemment réfrangibles. Avant que les Rayons les plus réfrangibles soient séparés de la Lumière émergente *MO*, les deux Lumières *FM* & *MO* conviennent en couleur & en toute autre propriété, autant que j'en puis juger par mon observation: c'est donc à juste titre qu'elles sont réputées de la même nature; & par conséquent l'une est composée aussi bien que l'autre. Mais dès que les Rayons les plus réfrangibles commencent à être totalement réfléchis, & par ce moyen à être séparés de la Lumière émergente *MO*, cette Lumière change de couleur, passant successivement du blanc à un jaune lavé & foible, à un assez bon orangé, & enfin à un rouge très-foncé, après quoi elle

s'évanouït entierement. Car après que les Rayons les plus refrangibles, qui en  $P$  teignent le Papier d'une couleur de pourpre, sont séparés du Trait de Lumiere  $MO$  par Reflexion, le reste des couleurs qui paroissent sur le Papier en  $R$  &  $T$ , étant mêlé dans la Lumiere  $MO$ , y composé un jaune foible; & après que le bleu & une partie du verd qui paroissent sur le Papier entre  $P$  &  $R$ , ont été dissipés, le reste qui paroît entre  $R$  &  $T$  ( c'est-à-dire, le jaune, l'Orangé, le rouge, & un peu de verd ) étant mêlé dans la Lumiere  $MO$ , y composé une couleur d'Orangé; & lorsque par Reflexion tous les Rayons sont séparés de la Lumiere  $MO$ , excepté les moins refrangibles qui avoient paru d'un rouge foncé en  $T$ ; la couleur de ces derniers Rayons est la même dans ce Trait de Lumiere  $MO$  qu'elle avoit été auparavant en  $T$ , la Refraction du Prisme  $HIK$  ne servant qu'à separer les Rayons differemment refrangibles sans produire aucune alteration dans leurs couleurs, comme je le prouverai plus amplement dans la suite; Toutes observations qui confirment la premiere Proposition aussi bien que la seconde.

SCHOLIE. Si joignant cette Experience avec la precedente, on n'en fait qu'une seule en appliquant un quatrieme Prisme  $VXY^*$  pour rompre vers  $t p$ , le trait de Lumiere  $MN$ , qui auparavant étoit reflechi, la conclusion sera encore

\* FIG. 21.

encore plus évidente. Car alors la Lumière  $Np$ , qui dans ce quatrième Prisme est plus rompuë qu'aucune autre, deviendra plus forte & plus éclatante lorsque la Lumière  $OP$ , qui est la plus rompuë dans le troisième Prisme  $HIK$ , se fera évanouïe en  $P$ ; & ensuite lorsque la Lumière la moins rompuë  $OT$  viendra à s'évanouïr en  $T$ , la Lumière la moins rompuë  $Nt$  s'augmentera aussi tandis que la Lumière la plus rompuë en  $p$  ne reçoit aucun nouvel accroissement. Et comme le trait transmis  $MO$  a toujours, en disparaissant, la couleur qui doit résulter du mélange des couleurs qui tombent sur le Papier  $PT$ , de même le Trait réfléchi  $MN$  est toujours de la couleur qui doit résulter du mélange des couleurs qui tombent sur le papier  $pt$ . Car lorsque les Rayons les plus refringibles sont par une totale Réflexion séparés du Trait  $MO$ , & qu'ils laissent ce Trait orangé, l'excès de ces Rayons dans la Lumière réfléchie, rend non seulement le violet, l'indigo & le bleu en  $p$  plus vifs, mais fait aussi que le Trait  $MN$  change sa couleur jaunâtre, qui est celle du Soleil, en un blanc pâle tirant sur le bleu, & qu'il recouvre ensuite sa couleur jaunâtre, aussi-tôt que tout le reste de la Lumière transmise  $MOT$  est réfléchi.

Puis donc que parmi toute cette variété d'Experiences, faites ou sur une Lumière réfléchie par des Corps naturels, comme dans la

premiere & la féconde Experience, ou par des *speculaires*, comme dans la neuvième Experience ; ou sur une Lumiere rompuë, & cela avant que les Rayons inégalement rompus soient séparés les uns des autres par divergence, & qu'ayant perdu la blancheur pu'ils ont tous ensemble, ils paroissent séparément de différentes couleurs, comme dans la cinquième Experience, ou après que séparés les uns des autres, ils paroissent colorés, comme dans la sixième, la septième, & la huitième Experience ; ou enfin sur une Lumiere transmise à travers des surfaces paralleles qui détruisent les effets l'une de l'autre, comme dans la dixième Experience : puis, dis-je, que dans tous ces différents cas il se trouve toujourns des Rayons qui, à incidences égales sur le même Milieu, souffrent des Refractions inégales, & cela sans aucune division ou dilatation des Rayons particuliers, ni aucune contingence dans l'inégalité des Refractions, comme il paroît par la cinquième & la sixième Experience ; & puisque les Rayons qui different en refrangibilité, peuvent être séparés les uns des autres, ou par Refraction comme dans la troisième Experience, ou par Réflexion comme dans la dixième ; & qu'alors les différentes Especes de Rayons prises à part, souffrent à égales incidences des Refractions inégales, & que les Especes qui sont plus rompuës que les autres, après avoir été séparées, sont celles qui étoient

plus rompus avant leur séparation, comme on peut le voir dans la sixième Experience, & dans les suivantes : enfin puisque, si la Lumiere du Soleil est transmise successivement à travers trois, quatre Prismes, &c. mis en croix, les Rayons qui dans le premier Prisme sont plus rompus que les autres, sont aussi plus rompus que les autres dans tous les Prismes suivants, selon une même loy & dans la même proportion, comme il paroît par la cinquième Experience ; il est manifeste que la Lumiere du Soleil est un mélange de Rayons hétérogenes, dont les uns sont constamment plus refrangibles que les autres, comme le porte la SECONDE PROPOSITION qui fait le sujet de cet Article.

---

### TROISIÈME PROPOSITION:

#### Theoreme. III.

*La Lumiere du Soleil est composée de Rayons differents en Reflexibilité; & les Rayons qui sont plus refrangibles que les autres, sont aussi plus reflexibles.*

**C**E LA est évident par la Neuvième, & la Dixième Experience. Car dans la neuvième, ayant tourné le Prisme autour de son Axe, jusqu'à ce que les Rayons qui en passant du Prisme dans l'Air étoient rompus par sa Base, devinssent si inclinés à cette Base qu'ils com-

mençassent à être totalement réfléchis ; ces Rayons là furent les premiers entièrement réfléchis, qui auparavant (à même incidence que le reste) avoient souffert la plus grande Refraction. La même chose arrive dans la Réflexion causée par la Base commune de deux Prismes, dans la dixième Experience.

---

## QUATRIÈME PROPOSITION.

### Problème I.

*Faire en sorte que les Rayons hétérogènes d'une Lumière composée, soient séparés les uns des autres.*

**L**es Rayons hétérogènes sont en quelque sorte séparés les uns des autres par la Refraction du Prisme, dans la troisième Experience : & en ôtant (dans la cinquième Experience) la Penombre des côtés rectilignes de l'Image colorée, cette séparation devient parfaite dans ces mêmes côtés rectilignes de l'Image. Il est vrai que la Lumière devient assez composée sur ces cercles innombrables, qui sont décrits dans les espaces renfermés entre ces côtés rectilignes, & qui sont illuminés chacun en particulier de Rayons homogènes ; ce qui arrive par l'anticipation de ces Cercles les uns sur les autres, & par leur mélange dans tous les espaces qui se rencontrent entre ces côtés rectilignes : les cercles in-

nombrables décrits dans la *Cinquième Experience*, lesquels sont illuminés, chacun en particulier, de Rayons homogenes, rendent la Lumiere assez composée en rentrant l'un dans l'autre & se mêlant partout ensemble. Mais si l'on pouvoit diminuer les diametres de ces Cercles, leurs Centres conservant leurs distances & leurs positions, ils anticiperoient moins les uns sur les autres; & par conséquent le mélange des Rayons heterogenes diminueroit à proportion. Dans la vingt-troisième *Figure*, soient  $AG, BH, CI, DK, EL, FM$ , les Cercles illuminés par autant d'especes de Rayons venant du même Disque du Soleil, comme on l'a vû dans la *troisième Experience*; de tous lesquels Cercles & d'une infinité d'autres intermediats couchés tous de suite entre les deux côtés rectilignes & paralleles  $AF, GM$ , est composée l'Image oblongue  $PT$  du Soleil, de la maniere que cela a été expliqué dans la *cinquième Experience*. Et soient  $ag, bh, ci, dk, el, fm$ , autant de moindres Cercles couchés en pareil ordre entre deux lignes droites paralleles  $af$  &  $gm$ , (leurs centres gardant entre eux les mêmes distances) & illuminés des mêmes especes de Rayons, c'est-à-dire le Cercle  $ag$  illuminé de la même espeece que le Cercle correspondant  $AG$ ; le Cercle  $bh$ , de la même espeece que le Cercle correspondant  $BH$ ; & le reste des Cercles  $ci, dk, el, fm$ , respectivement illuminés

\* FIG. 232

70 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
 des mêmes especes que leurs differens Cercles  
 correspondans *CI, DK, EL, FM*. Dans la  
*Figure PT* composée des plus grands Cercles,  
 trois de ces Cercles *AG, BH, CI*, sont si en-  
 gagés & mêlés ensemble, que les trois especes  
 de Rayons qui illuminent ces Cercles avec une  
 infinité d'autres sortes de Rayons interme-  
 diats, se trouvent mêlés ensemble en *QR* au  
 milieu du Cercle *BH*: le même mélange se  
 rencontre dans presque toute la longueur de la  
*Figure PT*. Mais dans la *Figure pt*, qui est  
 composée des moindres Cercles, les trois  
 petits Cercles *ag, bh, ci*, qui répondent aux  
 trois plus grands que je viens d'indiquer, ne  
 se répandent point l'un dans l'autre: il n'y a  
 pas même, en aucune de leurs parties, deux  
 des trois especes de Rayons dont ces petits  
 Cercles sont illuminés, qui soient mêlées en-  
 semble; au lieu que dans la *Figure PT* ces  
 trois especes sont routes entremêlées en *QR*.

Or qui considerera la chose de cette manie-  
 re, comprendra sans peine que le mélange des  
 Rayons diminué dans la même proportion que  
 les Diametres des Cercles. Si l'on fait les Dia-  
 metres des Cercles trois fois plus petits qu'au-  
 paravant, leurs centres restant toujourns à la  
 même distance, le mélange sera trois fois moin-  
 dre: si on les fait dix fois plus petits, le mélan-  
 ge sera dix fois moindre, & ainsi en toute au-  
 tre proportion. C'est-à-dire que le mélange

des Rayons dans la plus grande *Figure PT* sera à leur mélange dans la plus petite *Figure p t*, comme la latitude de la plus grande *Figure* à la latitude de la plus petite. Car les latitudes de ces *Figures* sont égales aux *Diametres* de leurs *Cercles*. D'où il s'ensuit naturellement, que le mélange des Rayons dans l'*Image rompuë p t* est au mélange des Rayons dans la *Lumière directe & immédiate du Soleil*, comme la largeur de cette *Image* est à la différence qu'il y a entre la longueur & la largeur de la même *Image*.

Si donc on veut diminuer le mélange des Rayons, il faut diminuer les *Diametres* des *Cercles*. Et c'est ce qu'on fera, si l'on peut rendre le *Diametre* du *Soleil*, auquel ces *Diametres* répondent, plus petit qu'il n'est, ou (ce qui revient à la même chose) si hors de la *Chambre* à une grande distance du *Prisme*, on place vers le *Soleil* un *Corps opaque*, percé d'un trou rond au milieu, afin d'intercepter toute la *Lumière* du *Soleil*, excepté ce qui venant du milieu du corps du *Soleil* peut passer au *Prisme* par ce trou. Car par ce moyen les *Cercles AG, BH*, & le reste ne répondront plus au *Disque* entier du *Soleil*; mais seulement à cette partie du *Soleil*, qui peut être vûë du *Prisme* au travers de ce *Trou*, c'est-à-dire à la grandeur apparente de ce *Trou*, vûë de l'endroit où est le *Prisme*. Mais afin que ces *Cer-*

72 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
cles puissent répondre plus distinctement à ce  
Trou-là, il faut mettre auprès du Prisme une  
Lentille par laquelle l'Image du Trou (c'est-à-  
dire, chacun des Cercles *AG*, *BH*, &c.)  
soit jetté distinctement sur un Papier en *PT*,  
de la même manière que par une Lentille pla-  
cée devant une Fenêtre, les Images des Objets  
de dehors sont tracées ou peintes distincte-  
ment sur un Papier au dedans de la Chambre,  
& que les côtés rectilignes de l'Image oblon-  
gue du Soleil, dans la *cinquième* *Expérience*, ont  
été marqués distinctement sans aucune Penom-  
bre. Si l'on s'y prend ainsi, il ne sera point  
nécessaire de placer ce Trou fort loin, non pas  
même au delà de la Fenêtre. C'est pourquoi  
au lieu d'employer ce Trou, j'en fis un au Vo-  
let de ma Fenêtre dont je me servis comme  
vous allez voir.

ONZIÈME EXPERIENCE. Dans la Lu-  
mière du Soleil, introduite dans ma Chambre  
obscuré par un petit Trou rond fait au Volet  
de ma Fenêtre, je mis à environ dix ou douze  
pieds de la Fenêtre, une Lentille par laquelle  
l'Image du Trou pût être jettée distinctement  
sur une feuille de Papier blanc, placée à six,  
huit, dix ou douze pieds de la Lentille. Car  
selon la différence des Lentilles je plaçai le Pa-  
pier à des distances différentes qu'il n'importe  
point, à mon avis, de marquer ici en détail.  
Ensuite, immédiatement après la Lentille je  
mis

mis un Prisme par lequel la Lumiere transmise pût être jettée par Refraction en haut ou de côté ; en vertu dequoi l'Image ronde que la Lentille toute seule avoit jettée sur le Papier, pût être formée en une Image oblongue avec des Côtés paralleles , comme dans *la troisième Experience*. Je fis tomber cette Image oblongue sur un autre Papier à environ la même distance du Prisme qu'auparavant , avançant le Papier vers le Prisme , ou l'en éloignant , jusqu'à ce que j'eusse trouvé la juste distance où les côtés rectilignes de l'Image étoient marqués de la maniere la plus distincte. Car en ce cas les petites Images circulaires du Trou , qui composoient cette Image oblongue , tout ainsi que les Cercles *ag, bh, ci, &c.* composent la Figure *pt* (*Fig. 23.* ) se trouvoient terminées très-distinctement sans aucune Penombre ; & comme elles ne s'engageoient l'une dans l'autre que le moins qu'il étoit possible , il s'ensuit que le mélange des Rayons hétérogenes étoit aussi le moindre qu'il fut possible. C'est ainsi que je formois une Image oblongue ( telle que *pt* ; *Fig. 23. & 24.* ) des Images circulaires d'un Trou de Volet , ( telles que *ag, bh, ci, &c.* ) & en faisant ce Trou plus grand ou plus petit, je rendois les Images circulaires, *ag, bh, ci, &c.* desquelles l'Image oblongue *pt* étoit formée, plus grandes ou plus petites à plaisir ; & par là je rendois aussi le mélange des Rayons , dans

74 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
 cette Image  $pt$ , aussi grand ou aussi petit que  
 je voulois.

FIG. 248

EXPLICATION. Dans la vingt-quatrième *Figure*,  $F$  représente le Trou circulaire fait dans le Volet de la Fenêtre;  $MN$ , la Lentille par laquelle l'Image de ce Trou étoit tracée distinctement sur un Papier en  $I$ ;  $ABC$ , le Prisme par lequel les Rayons, qui au sortir de la Lentille tendoient vers  $I$ , sont rompus d' $I$  vers un autre Papier en  $pt$ , par lequel aussi l'Image ronde en  $I$  est changée en une Image oblongue  $pt$  en tombant sur cet autre Papier. Cette Image  $pt$  est composée de Cercles placés l'un après l'autre en ordre rectiligne, comme cela est suffisamment expliqué dans *la cinquième Experience*: & ces Cercles sont égaux au Cercle  $I$ ; & par conséquent leur grandeur répond à celle du Trou  $F$ . Donc en diminuant ce Trou, on peut diminuer ces Cercles à plaisir, tandis que leurs Centres restent aux mêmes endroits. Par ce moyen il m'est arrivé de rendre la largeur de l'Image  $pt$  quarante fois, & quelquefois même soixante ou septante fois moindre que sa longueur. Car, par exemple, si la largeur du Trou  $F$  est un dixième de pouce; & que la distance  $MF$  de la Lentille au Trou, soit de 12. pieds; si  $pB$  ou  $pM$ , la distance de l'Image  $pt$  au Prisme ou à la Lentille, est de 10. pieds, & que l'Angle réfringent du Prisme soit de 62. degrés, la largeur de l'Image  $pt$  sera un 12<sup>e</sup> de pouce, &

sa longueur d'environ six pouces : donc sa longueur sera à sa largeur comme 72. à 1 ; & par conséquent la Lumière de cette Image est septante & une fois moins composée que la Lumière directe du Soleil. Or une Lumière qui est simple & homogène jusqu'à ce point-là , l'est assez pour faire sur la Lumière simple toutes les Experiences qui sont contenuës dans ce Livre. Car dans cette Lumière la composition des Rayons hétérogènes est si peu considérable que l'Oeil peut à peine la découvrir & l'apercevoir , excepté peut-être dans l'Indigo & le violet. Car comme ce sont deux couleurs obscures , elles reçoivent aisément une alteration sensible de cette petite Lumière dispersée , qui pour l'ordinaire est rompuë irregulièrement par les inégalités du Prisme.

Cependant il est mieux de substituer au Trou rond *F* un Trou oblong en forme d'un long Parallelogramme , dont la longueur soit parallele au Prisme *ABC*. Car si ce Trou a un pouce ou deux de longueur , & seulement un dixième ou un vingtième de pouce de largeur , ou encore moins , la Lumière de l'Image *p t* sera aussi simple qu'auparavant , ou même plus simple ; & l'Image deviendra beaucoup plus large , & sa Lumière sera par conséquent plus propre à faire des Experiences.

A ce Trou parallelogramme on en peut substituer un triangulaire à deux côtés égaux , dont

\* FIG. 25.

la Base soit, par exemple, environ la dixième partie d'un pouce, & la hauteur un pouce, ou davantage. Car par ce moyen, si l'Axé du Prisme est parallèle à la perpendiculaire de ce Triangle, l'Image  $p t$  ( dans la vingt-cinquième Figure ) sera formée de Triangles Ifoceles  $ag, bh, ci, dk, el, fm, \&c.$  & d'un nombre nombre innombrable d'autres intermedits, répondants en forme & en grandeur au Trou triangulaire, & couchés de suite l'un après l'autre entre deux Lignes parallèles  $af$  &  $gm$ . Ces Triangles sont un peu entremêlés à leur Base, mais non pas à leurs sommets. C'est pourquoi la Lumiere est un peu composée du côté de l'Image le plus brillant  $af$ , où sont les Bases des Triangles; mais entierement \* décomposée du côté le plus obscur  $gm$ ; & toutes les parties de cette Image d'entre les côtés, sont plus ou moins composées selon qu'elles sont plus ou moins éloignées du côté le plus obscur  $gm$ . Et quand on a une Image  $p t$  d'une telle composition, l'on peut faire des Experiences, ou sur la Lumiere plus forte & moins simple près du côté  $af$ , ou sur la Lumiere plus foible & plus simple près de l'autre côté  $gm$ , selon qu'on le trouvera convenable.

Mais lorsqu'on fait des Experiences de cette espece, il faut rendre la Chambre aussi obscure qu'il est possible, de peur que quelque Lu-

\* C'est-à-dire, tout-à-fait simple, ou exempte de toute composition.

miere étrangère ne se mêle avec la Lumiere de l'Image *pt*, & n'en détruisse la simplicité; sur tout si l'on a dessein de faire des Experiences sur la Lumiere la plus simple tout auprès du côté *gm* de l'Image: car cette Lumiere étant la plus foible, elle aura moins de proportion qu'aucune autre à la Lumiere étrangère, qui en se mêlant avec elle la rendroit, par conséquent, plus trouble & plus composée. Il faut que la Lentille soit bonne, c'est-à-dire propre aux Usages Optiques, & que le Prisme ait un Angle assez ouvert, comme de 65. ou 70. degrés; qu'il soit bien travaillé, d'un verre exempt de bulles & de veines; que les Côtés n'en soient pas comme ils sont d'ordinaire, un peu convexes ou concaves, mais absolument plans; & que le Poli en soit travaillé de la même maniere que celui des verres de Telescopes, & non comme il l'est d'ordinaire avec de la potée qui ne fait qu'user les bords des Trous faits par le sable, de sorte qu'il reste sur tout le verre un nombre infini de très-petites hauteurs polies & convexes, qui ressemblent à des ondes. Il faut encore que les bords du Prisme & de la Lentille, par tout où ils peuvent produire quelque Refraction irréguliere, soient couverts d'un Papier noir colé dessus. Et cette partie de la Lumiere du Trait Solaire introduit dans la Chambre, qui est inutile à l'Experience, doit être interceptée avec du Papier noir,

ou avec quelqu'autre Corps de cette couleur. Car autrement la Lumiere inutile étant réfléchie de tous côtés dans la Chambre, elle se mêleroit avec l'Image oblongue, & contribueroit à la broüiller. Toute cette exactitude n'est pas absolument nécessaire dans ces sortes d'épreuves; mais elle rendra le succès des Experiences d'autant plus sensible; & un Observateur délicat trouvera toujours qu'elle vaut la peine d'être mise en usage. Au reste, comme il est difficile de rencontrer des Prismes de verre propres à ce dessein, j'ai employé quelquefois des Vaisseaux *Prismatiques*, faits avec des morceaux de glace de miroir, & remplis d'eau de pluye. Et pour augmenter la Refraction, j'ai quelquefois impregné l'Eau d'une bonne quantité de *Sucre de Saturne*.



## CINQUIÈME PROPOSITION.

### Theoreme IV.

*La Lumiere homogene est rompuë regulierement sans que les Rayons soient dilatés, fendus ou dispersés ; & la Vision confuse des Objets vus à travers les Corps refringents par une Lumiere heterogene, vient de la differente refrangibilité de differentes especes de Rayons.*

**L**A premiere partie de cette Proposition a été suffisamment prouvée par la cinquième Experience, & sera mise encore dans un plus grand jour par les Experiences suivantes.

**DOUZIÈME EXPERIENCE.** Ayant fait au milieu d'un morceau de Papier noir, un Trou rond d'environ la cinquième ou la sixième partie d'un pouce en diametre, je fis tomber sur ce Papier l'Image de Lumiere homogene, décrite dans la Proposition précédente, en telle sorte que quelque partie de la Lumiere pût passer par le Trou du Papier. Cette partie de Lumiere une fois transmise, je la rompis avec un Prisme placé derriere le Papier ; & laissant tomber perpendiculairement cette Lumiere rompuë sur un Papier blanc à deux ou trois pieds de distance du Prisme, je trouvai que l'Image que cette Lumiere avoit tracée sur ce Papier blanc, n'étoit pas oblongue, comme elle le

devient dans *la troisieme Experience*, par la Refraction de la Lumiere composée du Soleil ; mais qu'elle étoit (autant que j'en pouvois juger à l'œil) parfaitement circulaire, la longueur de l'Image n'étant pas plus grande que sa largeur : ce qui fait voir que cette Lumiere est rompuë régulièrement sans aucune dilatation des Rayons.

TREIZIÈME EXPERIENCE. Je plaçai au devant de la Lumiere homogene un Papier circulaire d'un quart de pouce de diametre ; & je mis un autre Papier circulaire de la même grandeur au devant d'un Trait de Lumiere Solaire, non-rompu, blanc, & heterogene. Après quoi m'éloignant de ces Papiers à quelques pieds de distance, je regardai les deux Cercles au travers d'un Prisme. Le Cercle illuminé par la Lumiere heterogene du Soleil parut fort oblong comme dans *la quatrieme Experience*, sa longueur étant plusieurs fois plus grande que sa largeur : mais l'autre Cercle illuminé par une Lumiere homogene parut circulaire, & terminé distinctement, comme lorsqu'on le regardoit simplement de l'œil ; ce qui prouve la Proposition entiere.

QUATORZIÈME EXPERIENCE. J'exposai des Mouches & autres pareils petits Objets, à la Lumiere homogene ; & les regardant au travers d'un Prisme, je vis leurs parties marquées aussi distinctement que si je les eusse regardées

gardées simplement de l'œil. Je regardai aussi au travers d'un Prisme les mêmes objets exposés à la Lumière blanche hétérogène & non rompuë du Soleil , & je les vis terminés fort confusément , de sorte que je ne pouvois pas distinguer leurs plus petites parties l'une de l'autre. J'exposai de même les caracteres d'une Impression très-menuë , premierement à une Lumière homogène , & ensuite à une Lumière hétérogène ; & les ayant regardés au travers d'un Prisme , ils me parurent si confus dans le dernier cas qu'il me fut impossible de les lire ; mais dans le premier cas ils me paroissoient si distincts que je pouvois les lire fort aisément ; & il me sembloit que je les voyois tout aussi distinctement que lorsque je les regardois simplement avec l'Oeil. Dans ces deux cas je regardai les mêmes Objets , dans la même situation , au travers du même Prisme , & à la même distance : Il n'y avoit de différence que dans la Lumière dont ces Objets étoient éclairés , laquelle dans un cas étoit simple ; & dans l'autre , composée : d'où l'on voit que la vision distincte dans le premier cas , & la vision confuse dans le dernier , ne pouvoient venir que de cette différence de Lumière ; ce qui prouve la Proposition entière.

Une chose d'ailleurs très-digne de remarque dans ces trois Experiences , c'est que la couleur de la Lumière homogène ne fut jamais changée par la Refraction. L

## SIXIÈME PROPOSITION:

## Theoreme V.

*Le Sinus d'Incidence de chaque Rayon considéré à part, est à son Sinus de Refraction en raison donnée.*

**Q**UE chaque Rayon considéré à part, soit fixé de sa nature à un certain degré de refrangibilité, c'est ce qui est assez évident par ce qui a été déjà dit. Les Rayons qui dans une première Refraction sont les plus rompus à égales incidences, sont aussi les plus rompus à égales incidences dans les Refractions suivantes. Il en est de même des Rayons les moins refrangibles, & de tous les autres qui ont un degré moyen de refrangibilité, comme il paroît par la cinquième Experience, par la sixième, la septième, la huitième, & la neuvième. Et les Rayons qui la première fois sont également rompus à pareilles incidences, sont aussi les autres fois également & uniformément rompus à pareilles incidences; & cela, soit qu'ils soient rompus avant que d'être séparés l'un de l'autre, comme dans la cinquième Experience, ou qu'ils soient rompus séparément, comme dans la douzième Experience, la treizième & la quatorzième. Donc la Refraction de chaque Rayon pris à part, est régulière. De sçavoir

quelle est la Regle que cette Refraction observe, c'est ce que nous allons montrer presentement.

Ceux qui ont écrit les derniers sur l'Optique enseignent que les Sinus d'Incidence sont en proportion donnée aux Sinus de Refraction, comme cela a été expliqué dans *le cinquième Axiome*; & quelques-uns examinant cette proportion par le moyen de quelques Instruments propres à mesurer les Refractions, ou par le secours de certaines Experiences, nous assurent qu'ils l'ont trouvée très juste. Mais comme, faute d'entendre la differente refrangibilité de differents Rayons, ils croient que tous les Rayons étoient rompus suivant une seule & même proportion; il est à présumer qu'ils n'adaptoient leurs mesures qu'à la partie moyenne de la Lumiere rompuë: de sorte que tout ce qu'on peut conclure de leurs mesures, c'est que les Rayons d'une moyenne refrangibilité, c'est-à-dire, ceux qui étant séparés du reste paroissent verts, sont rompus suivant une proportion donnée de leurs Sinus. Il faut donc qu'à present je fasse voir que pareilles proportions données ont lieu à l'égard de tous les autres Rayons. Il est très-raisonnable que cela soit ainsi, la Nature étant toujourns conforme à elle-même: mais on demande une preuve fondée sur l'Experience. Et cette preuve est toute trouvée si l'on peut montrer que les Sinus

de Refraction des Rayons différemment refrangibles, font entr'eux en proportion donnée, lorsque les Sinus d'Incidence sont égaux. Car si les Sinus de Refraction de tous les Rayons font en proportions données au Sinus de Refraction d'un Rayon qui a un degré moyen de refrangibilité, & que ce Sinus soit en proportion donnée aux Sinus égaux d'Incidence, les autres Sinus de Refraction seront aussi en proportions données aux Sinus égaux d'Incidence. Or que les Sinus de Refraction soient entr'eux en proportion donnée lorsque les Sinus d'Incidence sont égaux, c'est ce qui paroîtra par l'Experience suivante.

QUINZIE'ME EXPERIENCE. Le Soleil donnant dans une Chambre obscure par un petit Trou rond fait au Volet de la Fenêtre, soit \* S l'Image ronde & blanche du Soleil, peinte par sa Lumière directe sur le Mur opposé. Soit *PT* son Image oblongue colorée, faite en rompant cette Lumière par un Prisme placé au devant de la Fenêtre. Enfin soit *pt*, ou *2p 2 t*, ou *3p 3 t*, son Image oblongue colorée, faite en rompant encore la même Lumière, de côté, par le moyen d'un Prisme placé immédiatement après le premier en le croisant de la manière que cela a été expliqué dans la cinquième Experience; c'est-à-dire, *pt*, lorsque la Refraction du second Prisme est petite, *2p 2 t*, lorsqu'elle est plus grande; & *3p 3 t* lorsqu'elle est encore plus grande.

\*Fig. 26.

qu'elle est la plus grande. Car telle sera la diversité des Refractions, si l'Angle refringent du second Prisme est de différente grandeur, comme de quinze ou vingt degrés pour faire l'Image  $pt$ ; de trente ou de quarante pour faire l'Image  $2p2t$ ; & de soixante pour faire l'Image  $3p3t$ . Mais au défaut de Prismes solides de verre, à angles de grandeurs convenables, on peut employer des vaisseaux faits de plaques de verre polies, cimentées ensemble en forme de Prismes, & remplies d'eau. Ces choses étant ainsi disposées, j'observai que toutes les Images Soleil colorées  $PT$ ,  $pt$ ,  $2p2t$ ,  $3p3t$ , convergeoient à fort peu près en  $S$ , où la Lumière directe du Soleil tomboit & peignoit son Image ronde & blanche dès qu'on retiroit les Prismes. L'Axe de l'Image  $PT$ , c'est-à-dire la ligne tirée par le milieu de cette Image, & parallèle à ses côtés rectilignes, étant prolongée, passoit exactement par le milieu de l'Image ronde & blanche  $S$ . Et lorsque la Refraction du second Prisme étoit égale à la Refraction du premier, l'Angle refringent des deux Prismes étant d'environ 60. degrés, l'Axe de l'Image  $3p3t$ , faite par cette Refraction, étant prolongé, passoit aussi par le milieu de la même Image ronde & blanche  $S$  du Soleil. Mais lorsque la Refraction du second Prisme étoit moindre que celle du premier, les Axes prolongés des Images  $2p$  ou  $2t2p$  faites par cette Refraction,

coupoient l'Axé prolongé de l'Image  $TP$  aux Points  $n$  &  $m$ , un peu au delà du Centre de l'Image ronde & blanche  $S$ . C'est pourquoi la proportion de la Ligne  $3tT$  à la Ligne  $3pP$  étoit un peu plus grande que la proportion de de  $2tT$  à  $2pP$ ; & celle-ci un peu plus grande que celle de  $tT$  à  $pP$ . Or lorsque la Lumière de l'Image  $PT$  tombe perpendiculairement sur le Mur, ces Lignes  $3tT$ ,  $3pP$ , &  $2tT$ ,  $2pP$ , &  $tT$ ,  $pP$ , sont les Tangentes des Refractions; & par conséquent cette Experience nous donne les proportions des Tangentes des Refractions, d'où les proportions des Sinus étant déduites, elles se trouvent égales, autant que j'en ai pû juger par la vuë des Images, & par un certain raisonnement Mathématique: car je ne suis point entré là-dessus dans un calcul précis, & entièrement exact. Ainsi donc la Proposition se trouve véritable à l'égard de chaque Rayon pris à part, autant qu'il paroît par l'Experience. Et que la chose soit véritable à toute rigueur, on peut le démontrer par cette supposition, *Que les Corps rompent la Lumière en agissant sur ses Rayons selon des Lignes perpendiculaires à leurs Surfaces*. Mais pour parvenir à la Démonstration, il faut distinguer le mouvement de chaque Rayon en deux mouvemens, l'un perpendiculaire à la Surface refringente, & l'autre parallèle à cette Surface; & poser la Proposition suivante à l'égard du Mouvement perpendiculaire.

Si un Mobile quelconque tombe avec quelque vitesse que ce soit, sur quelque Espace large & mince, terminé des deux côtés par deux Plans paralleles; & que dans son passage à travers cet Espace, il soit pressé perpendiculairement vers le Plan le plus éloigné par une force qui à distances données du Plan, ait une quantité donnée: la vitesse perpendiculaire de ce mobile au sortir de cet Espace, sera toujours égale à la Racine quarrée de la somme du Quarré de la vitesse perpendiculaire qu'avoit ce Mobile à son incidence sur cet Espace; & du Quarré de la vitesse perpendiculaire que ce Mobile auroit à son émergence, si à son incidence sa vitesse perpendiculaire étoit infiniment petite.

La même Proposition se trouve veritable à l'égard d'un Mobile quelconque retardé perpendiculairement dans son passage à travers cet Espace, si au lieu de la somme des deux Quarrés, vous prenez leur difference. Pour la Démonstration, les Mathématiciens la trouveront sans peine: c'est pourquoi je n'en embarrasserai pas ici le Lecteur.

Supposé maintenant qu'un Rayon venant à tomber fort obliquement sur la Ligne *MC* (*Fig. 1.*) soit rompu en *C* par le Plan *RS* suivant la Ligne *CN*; si l'on demande quelle est la Ligne *CE* suivant laquelle doit être rompu tout autre Rayon *AC*; soient *MC*, *AD*, les

\* FIG. 1.

Sinus d'Incidence des deux Rayons ; &  $NG$ ,  $EF$ , leurs Sinus de Refraction : soient les mouvemens égaux des Rayons incidents représentés par les Lignes égales  $MC$ ,  $AC$ . Le Mouvement  $MC$  étant considéré comme parallèle au Plan réfringent  $RS$ , soit l'autre Mouvement  $AC$  distingué en deux Mouvements  $AD$  &  $DC$ , dont l'un  $AD$  est parallèle, & l'autre  $DC$  est perpendiculaire à cette Surface réfringente  $RS$ . Soient aussi les deux Mouvements des Rayons émergens distingués en deux, dont les perpendiculaires sont  $\frac{MC}{NG} CG$ , &  $\frac{AD}{EF} CF$ .

Que si la force du Plan réfringent commence d'agir sur les Rayons, ou dans le Plan même, ou à une certaine distance du Plan, d'un côté ; & qu'elle finisse à une certaine distance du Plan, de l'autre côté ; si dans tous les endroits qui sont entre ces deux limites, elle agit sur les Rayons selon des Lignes perpendiculaires au Plan réfringent, & que les actions exercées sur les Rayons, à égales distances du Plan réfringent, soient égales ; & égales, ou inégales en telle proportion qu'on voudra, à distances inégales : ce mouvement du Rayon qui est parallèle au Plan réfringent, ne souffrira aucune altération par cette Force ; & le mouvement qui lui est perpendiculaire, sera altéré selon la Règle de la Proposition précédente. Si donc pour la vitesse perpendiculaire du Rayon émer-

gent

gent  $CN$ , l'on écrit  $\frac{MC}{NG} CG$ , comme ci-dessus, en ce cas la vitesse perpendiculaire de tout autre Rayon émergent  $CE$ , qui étoit  $\frac{AD}{EF} CF$ , sera égale à la Racine quarrée de  $CDq + \frac{MCq}{NGq} CGq$ . Et en quarrant ces quantités égales, & y ajoutant les égales  $ADq$  &  $MCq - CDq$ , & en divisant les sommes par les égales  $CFq + EFq$  &  $CGq + NGq$ , vous aurez  $\frac{ADq}{EFq}$  égal à  $\frac{MCq}{NGq}$ . Et par conséquent  $AD$ , le Sinus d'Incidence, est à  $EF$ , le Sinus de Refraction correspondante, comme  $MC$  à  $NG$ , c'est-à-dire, en raison donnée. Cette Démonstration étant generale, sans déterminer ce que c'est que la Lumiere, ni par quelle espece de force elle est rompuë, & sans supposer autre chose, sinon que le Corps *refrangent agit sur les Rayons en Lignes perpendiculaires à la Surface*, je la regarde comme une preuve très-convaincante de la verité absoluë de cette Proposition.

Ainsi donc, si la *Raison* des Sinus d'Incidence & de Refraction d'une Espece quelconque de Rayons est trouvée en quelque cas, elle est par là donnée pour cette espece dans tous les autres cas; & c'est ce qu'on peut aisément trouver par la methode qui va être exposée dans la Proposition suivante.



## S E P T I E ' M E   P R O P O S I T I O N :

## Theoreme VI.

*Ce qui empêche que les Telescopes ne soient parfaits ,  
c'est la differente refrangibilité des Rayons  
de Lumiere.*

**O**N attribüë communément l'imperfection des Telescopes à la Sphéricité des Verres. C'est pourquoi les Mathematiciens ont proposé de les travailler en forme de Sections coniques. Pour faire voir qu'ils se trompent , j'ai inseré ici cette Proposition dont la verité paroîtra par les mesures des Refractions des differentes especes de Rayons : mesures que je détermine ainsi.

Dans la troisiéme Experience de ce Premier Livre , où l'Angle refringent du Prisme étoit de 62. degrés & demi , la moitié de cet Angle qui est de 31. degrés , 15. minutes , est l'Angle d'Incidence des Rayons à leur sortie du Verre dans l'Air ; & le Sinus de cet Angle est 5188. le Rayon ou demi-diametre , étant 10000. Lorsque l'Axe de ce Prisme étoit parallele à l'Horizon , & que la Refraction des Rayons , à leur incidence sur ce Prisme , étoit égale à celle qu'ils souffroient en sortant du Prisme , j'observai avec un quart de Cercle , l'Angle

que faisoient avec l'Horizon les Rayons de moyenne refrangibilité, c'est-à-dire, ceux qui alloient au milieu de l'Image colorée du Soleil; & par le moyen de cet Angle & de la hauteur du Soleil observée en même temps, je trouvai que l'Angle que les Rayons émergens faisoient avec les incidens, étoit de 44. degrés, 40. minutes; & la moitié de cet Angle, ajoutée à l'Angle d'Incidence, de 31. degrés, 15. minutes, fait l'Angle de Refraction, lequel est, par conséquent, de 53. degrés, 35. minutes, dont le Sinus est 8047. Ce sont là les Sinus d'Incidence & de Refraction des Rayons de moyenne refrangibilité; & leur proportion en nombres ronds est comme 20. à 31. Le Verre de ce Prisme étoit d'une couleur tirant sur le Verd. Pour le dernier des Prismes dont il est parlé dans la troisième Experience, il étoit d'un verre blanc très-clair. Son Angle réfringent étoit de 63. degrés & demi: l'Angle que les Rayons émergens faisoient avec les incidens, de 45. degrés, 50. minutes: le Sinus de la moitié du premier Angle, 5262: le Sinus de la moitié de la somme des Angles, 8157: & leur proportion en nombres ronds, est comme 20. à 31, ainsi qu'auparavant.

Si de la longueur de l'Image qui étoit d'environ 9. pouces 3. quarts, ou 10. pouces, vous ôtez sa largeur qui étoit de 2. pouces un huitième; le reste 7. pouces 3. quarts environ, seroit la longueur de l'Image si le Soleil n'étoit qu'un

Point; & par conséquent ce reste est la Souten-  
dante de l'Angle que les Rayons les plus refran-  
gibles; & ceux qui le sont le moins lorsqu'ils  
tombent sur le Prisme par les mêmes lignes,  
contiennent entre eux après leur émergence.  
Cet Angle est donc de 2. degr. 0'. 7". Car la  
distance entre l'Image & l'endroit du Prisme où  
se forme cet Angle, étoit de 18. piés & demi;  
& à cette distance la corde de 7. pouces 3.  
quarts soutient un Angle de 2. degr. 0'. 7". Or  
la moitié de cet Angle est l'Angle que ces  
Rayons émergents contiennent avec les Rayons  
émergents d'une moyenne refrangibilité; & un  
quart du même Angle, c'est-à-dire, 30'. 2".  
peut être pris pour l'Angle que ces Rayons  
émergents contiendroient avec les mêmes  
Rayons émergents d'une moyenne refrangibi-  
lité, s'ils étoient coïncidents avec eux dans le  
Verre, & qu'ils ne souffrissent aucune autre  
Refraction que celle qu'ils souffrent en sortant  
du Verre. Car si deux Refractions égales,  
l'une à l'incidence des Rayons sur le Prisme,  
& l'autre à leur émergence, font que le Rayon  
le plus refrangible, & le Rayon le moins re-  
frangible divergent à leur émergence du  
Rayon moyennement refrangible, selon un  
Angle qui soit la moitié de 2<sup>d</sup> 0' 7"; il s'ensuit  
qu'une seule de ces Refractions fera que le  
Rayon le plus refrangible, & le Rayon le  
moins réfrangible divergeront à leur émergen-

ce du Rayon moyennement refrangible , selon un Angle qui sera environ le quart de  $24.0'.7''$ . & ce quart ajouté à l'Angle de Refraction des Rayons de moyenne refrangibilité, qui étoit de  $53. \text{degr. } 35'$ . & soustrait de ce même Angle , donne les Angles de Refraction des Rayons les plus & les moins refrangibles, de  $54. \text{degr. } 5', 2''$ , & de  $53. \text{degr. } 4', 58''$ , dont les Sinus sont  $8099$ . &  $7995$ . l'Angle commun d'incidence étant  $31. \text{deg. } 15'$ . & son Sinus  $5188$ . Ces Sinus , à prendre les moindres nombres ronds , sont entr'eux comme  $78. 77-50$ .

Or si vous ôtés le commun Sinus d'incidence  $50$ . des Sinus de Refraction  $77$ . &  $78$ . les restes  $27$ . &  $28$ . font voir que dans les petites Refractions la Refraction des Rayons les moins refrangibles est à la Refraction des plus refrangibles , à fort peu près , comme  $27$ . à  $28$ . & que la difference des Refractions des Rayons les moins refrangibles , & des Rayons les plus refrangibles , est environ la vingt-septième & demie partie de toute la Refraction des Rayons de moyenne refrangibilité.

De là ceux qui sont exercés dans l'Optique , concluront sans peine , que la largeur du moindre espace circulaire où les verres objectifs des Telescopes puissent rassembler toutes sortes de Rayons paralleles , est environ la vingt-septième & demie partie de la moitié de l'ouverture

du verre, ou la cinquante-cinquième partie de toute cette ouverture : & que le foyer des Rayons les plus refrangibles est plus près du verre objectif que le Foyer des Rayons les moins refrangibles, d'environ la vingt-septième & demie partie de la distance qu'il y a entre l'Objectif & le Foyer des Rayons de moyenne refrangibilité.

Et si des Rayons de toute espèce, coulants d'un Point lumineux quelconque placé dans l'axe d'une Lentille convexe, sont rendus convergents par la refraction de la Lentille vers des Points qui ne soient pas trop éloignés de la Lentille ; le Foyer des Rayons les plus refrangibles sera plus près de cette Lentille que le Foyer des Rayons les moins refrangibles, d'une distance qui sera à la vingt-septième & demie partie de la distance entre le Foyer des Rayons de moyenne refrangibilité & la Lentille, comme la distance entre ce Foyer & le Point lumineux d'où coulent les Rayons, est à la distance entre ce Point lumineux & la Lentille, à peu de chose près.

Or pour éprouver si la différence entre les Refractions que les Rayons les plus refrangibles & les moins refrangibles coulants d'un même Point, souffrent dans les Objectifs des Telescopes & autres pareils verres, étoit effectivement aussi grande qu'elle vient d'être décrite, j'imaginai l'Experience suivante.

SEIZIÈME EXPERIENCE. La Lentille que j'avois employée dans la seconde Experience, & dans la huitième, étant placée à six piés & un pouce de distance d'un Objet quelconque, rassembloit l'Image de cet Objet par les Rayons de moyenne refrangibilité, à la distance de six piés & un pouce de la Lentille, de l'autre côté. Et par conséquent, selon la Regle précédente elle doit rassembler l'Image de cet Objet par les Rayons les moins refrangibles à la distance de six piés, trois pouces & deux tiers de la Lentille; & par les Rayons les plus refrangibles, à la distance de cinq piés, dix pouces & un tiers de cette même Lentille: de sorte qu'entre les deux endroits où ces Rayons les moins & les plus refrangibles rassemblent cette Image, il peut y avoir une distance d'environ cinq pouces & un tiers. Car en suivant cette Regle, comme six piés & un pouce (distance entre la Lentille & l'Objet lumineux) sont à 12. piés & 2. pouces (distance entre l'Objet lumineux & le Foyer des Rayons de moyenne refrangibilité, c'est-à-dire, comme 1. est à 2. ainsi la 27. & demie partie de six piés & un pouce (distance entre la Lentille & ce même Foyer) à la distance entre le Foyer des Rayons les plus refrangibles, & le Foyer des moins refrangibles: laquelle distance est par conséquent de 5. pouces  $\frac{12}{15}$ , c'est-à-dire, fort aprochant de 5. pouces & un tiers. Or

96 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
pour sçavoir si cette mesure étoit juste, je repetai la seconde & la huitième Experience avec une Lumière colorée moins composée que celle j'avois employée auparavant. Car ayant séparé les Rayons hétérogenes par la méthode décrite dans l'onzième Experience, je formai une Image colorée, environ douze ou quinze fois plus longue que large. Après quoi je la fis tomber sur un Livre imprimé; & plaçant la Lentille ci-dessus mentionnée, à six piés & un pouce de distance de cette Image pour rassembler les especes des caracteres illuminés, à la même distance de l'autre côté de la Lentille, je trouvai que les Especes ou Images des caracteres illuminés de Bleu, étoient environ trois pouces, ou trois pouces & un quart, plus proches de la Lentille que les Especes des Caracteres illuminés d'un Rouge foncé. Mais les Especes des Caracteres illuminés d'Indigo & de Violet, paroissoient si confuses & si indistinctes qu'il m'étoit impossible de les lire. Sur quoi examinant le Prisme, je trouvai qu'il étoit rempli de veines d'un bout à l'autre, de sorte que le Refraction n'y pouvoit point être régulière. Je pris donc un autre Prisme, exempt de veines; & au lieu de caracteres, je me servis de deux ou trois lignes noires paralleles, un peu plus larges que les traits de ces caracteres; & faisant tomber les couleurs sur ces lignes de maniere que ces lignes couvroient le long des  
couleurs

couleurs d'un bout du *Speçtre* à l'autre, je trou-  
 vai que le Foyer de l'Indigo, ou de la couleur  
 qui étoit sur les confins de l'Indigo & du Vio-  
 let, c'est-à-dire, l'endroit où cette couleur jet-  
 toit les Images des lignes noires le plus distinc-  
 tement; je trouvai, dis-je, que ce Foyer étoit  
 environ 4. pouces, ou 4. pouces & un quart  
 plus proche de la Lentille que le Foyer du  
 Rouge le plus foncé, c'est-à-dire, que l'en-  
 droit où cette couleur jettoit les Images des  
 lignes noires le plus distinctement. Le violet  
 étoit si foible, & si obscur que je ne pouvois  
 point discerner distinctement les Images des  
 Lignes par cette couleur. C'est pourquoi ayant  
 considéré que le Prisme étoit composé d'un  
 verre obscur & tirant sur le verd, je pris un  
 autre Prisme d'un verre clair & blanc: mais le  
*Speçtre* coloré formé par ce Prisme, lançoit de  
 ses deux extremités colorées, de longs traits  
 d'une Lumiere foible & blanche; ce qui me fit  
 conclure qu'il y avoit encore quelque chose de  
 déréglé. En effet ayant observé le Prisme,  
 j'y découvris deux ou trois petites bulles qui  
 rompoient irrégulièrement la Lumiere. Ayant  
 donc couvert d'un Papier noir cette partie du  
 verre où paroissoient ces bulles, & faisant passer  
 la Lumiere par une autre partie du Prisme qui  
 étoit exempte de ces sortes de bulles; le *Speçtre*  
 coloré parut sans ces rayonnements irréguliers,  
 & tel que je le souhaitois. Mais je trouvai tou-

jours le violet si obscur & si foible qu'à peine pouvois-je voir les Images des Lignes par le violet, & qu'il me fut absolument impossible de les discerner par la partie la plus foncée de cette couleur qui étoit tout près de l'extrémité du *Spectre*. Sur cela je soupçonnai que cette couleur foible & obscure pouvoit bien être mêlée d'une portion de Lumiere dispersée qui étoit rompuë & réfléchie irrégulièrement, en partie par quelques petites bulles renfermées dans les Verres, & en partie par les inégalités de leur Poli : Lumiere qui quoi qu'en très-petite quantité, pouvoit néanmoins, étant blanche, faire sur la vûë une impression assez forte pour troubler les phenomenes du violet, couleur foible & obscure. C'est pourquoi j'essayai, comme dans la douzième, la treizième & la quatorzième Experience, si la Lumiere de cette couleur n'étoit pas composée d'un mélange sensible de Rayons hétérogenes, mais je trouvai que non. Car les Refractions ne firent sortir de cette Lumiere aucune autre couleur sensible que le violet, au lieu qu'elles en auroient sans doute fait sortir d'une Lumiere blanche, & par conséquent de cette couleur violiotte si elle eût été sensiblement composée de Lumiere blanche. Je conclus donc que l'obscurité de cette couleur, joint à ce que sa Lumiere étoit fort mince, & assez éloignée de l'Axé de la Lentille, étoit la seule cause pourquoi je ne

pouvois pas voir distinctement les Images des Lignes par cette couleur là. Je divisai donc ces Lignes noires paralleles en parties égales, pour pouvoir aisément connoître à quelles distances étoient les couleurs les unes des autres dans le *Spectre*. Je marquai aussi les distances de la Lentille aux Foyers des couleurs qui jettoient distinctement les Images des lignes. Après quoi j'examinai si la difference de ces distances avoit la même proportion à 5. pouces & un tiers ( qui est la difference la plus grande qu'il puisse y avoir depuis les Foyers du rouge le plus foncé & du violet jusqu'à la Lentille ) que chaque distance correspondante entre les couleurs observées dans le *Spectre*, avoit à la plus grande distance entre le rouge le plus foncé & le violet, mesurée dans les côtés rectilignes du *Spectre*, c'est à dire, à la longueur de ces côtés, ou à l'excès de la longueur du *Spectre* par dessus sa largeur. Et voici à quoi se réduisirent mes observations.

Ayant observé & comparé le rouge sensible le plus foncé, & la couleur qui étoit sur les confins du verd & du bleu, laquelle aux côtés rectilignes du *Spectre*, étoit éloignée du rouge, de la moitié de la longueur de ces côtés; le Foyer de la couleur qui se trouvoit sur les confins du verd & du bleu, c'est à dire, l'endroit ou cette couleur jettoit distinctement sur le Papier les especes des Lignes, étoit plus près de

1. Lentille que le Foyer du rouge, c'est à dire, que l'endroit où cette couleur jettoit distinctement les especes de ces mêmes Lignes, d'environ 2. pouces & demi, ou 2. pouces trois quarts. Car quelquefois les Mesures étoient un peu plus grandes, & quelquefois un peu plus petites, mais elles différoient rarement l'une de l'autre de plus d'un tiers de pouce; & il étoit fort difficile de déterminer les lieux des Foyers sans quelque petite erreur. Or si les couleurs distantes l'une de l'autre de la moitié de la longueur de l'Image (mesurée sur ses côtés rectilignes) donnent pour la différence des distances entre leurs Foyers & la Lentille, 2. pouces & demi, ou 2. pouces 3. quarts; il s'ensuit que les couleurs distantes de toute la longueur de l'Image doivent donner 5. pouces, ou 5. pouces & demi pour la différence de ces distances.

Mais il faut remarquer ici, que je ne pus point voir le rouge tout-à-fait jusqu'à l'extrémité du *Spectre*, mais seulement jusqu'au centre du demi-cercle qui terminoit cette extrémité-là, ou un peu plus avant. C'est pourquoi je ne comparai pas ce rouge avec la couleur qui étoit exactement dans le milieu du *Spectre* ou dans les confins du verd & du bleu, mais avec celle qui tiroit un peu plus sur le bleu que sur le verd. Et comme je comptois que toute la longueur des couleurs ne comprenoit pas toute

la longueur du *Spectre*, mais seulement la longueur de ses côtés rectilignes, je continuai les extrémités demi-circulaires, & formai des cercles entiers; & dès que l'une ou l'autre des couleurs observées venoit à tomber au dedans de ces Cercles, je mesurois la distance entre cette couleur & l'extrémité demi-circulaire du *Spectre*; & déduisant la moitié de cette distance, de la distance mesurée des deux couleurs, je prenois le reste pour leur distance corrigée; & dans ces Observations j'ai mis cette distance corrigée pour la différence des distances de leurs Foyers à la Lentille. Car comme la longueur des Côtés rectilignes du *Spectre* seroit la longueur entière de toutes les Couleurs, si les Cercles qui (comme nous l'avons montré) composent ce *Spectre*, étoient contractés & réduits à des Points Physiques, ainsi cette distance corrigée seroit, en ce cas, la distance réelle des deux Couleurs observées.

Lors donc que je continuai de comparer le Rouge sensible le plus foncé avec ce Bleu, dont la distance corrigée au Rouge étoit  $\frac{7}{12}$  parties de la longueur des Côtés rectilignes du *Spectre*; la différence des distances de leurs Foyers à la Lentille, étoit d'environ 3. pouces  $\frac{1}{4}$ : & comme 7. est à 12. ainsi est  $3\frac{1}{4}$  à  $5\frac{4}{7}$ .

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé & l'Indigo, dont la distance corrigée

102 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
 de l'un à l'autre étoit  $\frac{8}{12}$  ou  $\frac{2}{3}$  de la longueur des  
 Côtés rectilignes du *Spectre*; la différence des  
 distances de leurs Foyers à la Lentille, étoit  
 d'environ 3. pouces deux tiers: & comme 2.  
 est à 3. ainsi  $3\frac{2}{3}$  à  $5\frac{1}{3}$ .

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus  
 foncé & l'Indigo foncé, dont la distance corri-  
 gée de l'un à l'autre étoit  $\frac{2}{12}$  ou  $\frac{1}{6}$  de la longueur  
 des Côtés rectilignes du *Spectre*; la différence  
 des distances de leurs Foyers à la Lentille, étoit  
 d'environ 4. pouces: & comme 3. est à 4. ainsi  
 est 4. à 5. & un tiers.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus  
 foncé, & cette partie du Violet qui suit im-  
 médiatement l'Indigo, duquel Violet la dis-  
 tance corrigée au Rouge étoit  $\frac{10}{12}$  ou  $\frac{5}{6}$  de la  
 longueur des Côtés rectilignes du *Spectre*; la  
 différence de leurs Foyers à la Lentille, étoit  
 d'environ 4. pouces & demi: & comme 3. est  
 à 6. ainsi est  $4\frac{1}{2}$  à  $5\frac{2}{3}$ . Car quelquefois lorsque  
 la Lentille étoit placée avantageusement, son  
 Axe étant tourné vers le Bleu, que tout étoit  
 d'ailleurs bien disposé, que le Soleil étoit bril-  
 lant, & que je tenois l'œil fort près du Papier  
 sur lequel la Lentille jettoit les images des Li-  
 gnes noires; je pouvois voir assez distincte-  
 ment les images de ces Lignes par cette partie  
 du Violet qui étoit immédiatement après l'In-  
 digo; & quelquefois je pouvois les discerner

par un peu plus de la moitié du Violet. Car en faisant ces Experiences, j'avois observé qu'il n'y avoit que les Couleurs qui étoient dans l'axe ou près de l'axe de la Lentille, dont les Especies parussent distinctement: de sorte que lorsque le Bleu ou l'Indigo étoit dans l'axe, je pouvois voir distinctement leurs especes; & alors le Rouge paroissoit beaucoup moins distinct qu'auparavant. Je m'avisai donc d'acourcir le *Spectre* des Couleurs pour que ses deux extrémités fussent plus près de l'axe de la Lentille. Après quoi sa longueur étoit d'environ 2. pouces & demi; & sa largeur d'environ un cinquième ou un sixième de pouce. Et à la place des Lignes noires sur lesquelles le *Spectre* étoit jeté, je traçai une seule Ligne noire plus large que celles-là, afin d'en pouvoir discerner l'image plus facilement; & je divisai cette Ligne en parties égales par de petites lignes qui la croisoient, pour m'en servir à mesurer les distances entre les Couleurs observées. Cela fait, je pouvois voir quelquefois l'image de cette Ligne avec ses divisions, presque jusqu'au centre de l'extrémité violette demi-circulaire du *Spectre*; & voici les nouvelles observations que je fis.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé, & cette partie du Violet dont la distance corrigée au Rouge étoit environ  $\frac{8}{9}$  parties des Côtés rectilignes du *Spectre*; la diffé-

rence des distances entre les Foyers de ces Couleurs & la Lentille, étoit une fois 4. pouces &  $\frac{1}{4}$ , une autre fois 4. pouces &  $\frac{3}{4}$ , une autre fois 4. pouces  $\frac{7}{8}$  : & comme 8. est à 9. ainsi sont  $4\frac{1}{2}$ ,  $4\frac{3}{4}$ ,  $4\frac{7}{8}$  à  $5\frac{1}{4}$ ,  $5\frac{5}{8}$ ,  $5\frac{7}{8}$ , respectivement.

Lorsque j'observai le Rouge sensible le plus foncé, & le Violet sensible le plus foncé, (la distance corrigée de ces Couleurs étant environ  $\frac{11}{12}$  ou  $\frac{5}{6}$  parties de la longueur des Côtés rectilignes du *Spectre* coloré, par un beau Soleil, & tout étant d'ailleurs disposé avec le plus d'avantage) je trouvai que la différence des distances de leurs Foyers à la Lentille étoit quelquefois 4. pouces trois quarts, quelquefois 5. pouces un quart, & pour l'ordinaire 5. pouces ou environ : & comme 11. est à 12. ou 15. à 16. ainsi est 5. pouces à 5. pouces & demi, ou à 5. pouces & un tiers.

Je fus convaincu par cette suite d'Experiences, que si la Lumière eût été assez forte jusqu'aux extrémités du *Spectre* pour faire paroître distinctement sur le Papier les images des Lignes noires, le Foyer du Violet le plus foncé se seroit trouvé plus près de la Lentille, que le Foyer du Rouge le plus foncé, d'environ 5. pouces & un tiers pour le moins. Et c'est là une nouvelle preuve que les Sinus d'Incidence & de Refraction de toutes les différentes espèces de Rayons, conservent entr'eux la même

même proportion dans les plus petites Réfractions que dans les plus grandes.

J'ai exposé ici tout au long le détail de cette délicate & fatigante Experience, afin que ceux qui l'essayeront après moi, comprennent avec quelle circonspection ils doivent proceder pour la faire avec succès. Et s'il arrive qu'elle ne leur réüssisse pas aussi bien qu'à moi, ils pourront pourtant conclure par la proportion des distances entr'elles des couleurs du *Spectre*, à la difference des distances de leurs Foyers à la Lentille, ce qui arriveroit dans une Experience plus exacte faite sur des Couleurs plus éloignées l'une de l'autre. Cependant s'ils se servent d'une Lentille plus large que celle que j'ai employée, & qu'ils la fixent à un long bâton droit par lequel elle puisse être promptement & exactement dirigée vers la couleur dont on souhaite de trouver le Foyer, je ne doute nullement que l'Experience ne leur réüssisse mieux qu'à moi. Car m'étant contenté de diriger l'Axé aussi près du milieu des couleurs qu'il m'étoit possible, les foibles extremités du *Spectre* se trouvant par là éloignées de l'Axé, se peignoient moins distinctement sur le Papier, que si l'Axé eût été dirigé successivement vers chacune des couleurs en particulier.

Par ce qui vient d'être dit, il est certain que les Rayons qui different en refrangibilité, ne se réunissent point au même Foyer : mais

que s'ils coulent d'un Point lumineux, qui d'un côté soit aussi éloigné de la Lentille que leurs Foyers en sont éloignés de l'autre; là le Foyer des Rayons les plus refrangibles sera plus près de la Lentille que le Foyer des Rayons les moins refrangibles, de plus de la quatorzième partie de toute la distance: & s'ils coulent d'un Point lumineux, si fort éloigné de la Lentille qu'avant leur incidence ils puissent passer pour parallèles; le Foyer des Rayons les plus refrangibles sera plus près de la Lentille que le Foyer des moins refrangibles, d'environ la vingt-septième, ou la vingt-huitième partie de toute leur distance de la Lentille. Et le diamètre du Cercle situé dans l'Espace mi-toyen entre ces deux Foyers, lequel Cercle les Rayons illuminent lorsqu'ils viennent à tomber là sur un Plan perpendiculaire à l'Axe, & qui est le plus petit Cercle où ils puissent être tous rassemblés, est environ la cinquante-cinquième partie du Diamètre de l'ouverture du Verre: de sorte qu'il est surprenant que les Telescopes représentent les Objets aussi distinctement qu'ils font. Mais si tous les Rayons de Lumière étoient également refrangibles, l'erreur qui ne vient que la sphéricité des Verres, seroit plusieurs centaines de fois moindre. Car si l'Objectif d'un Telescope est plan-convexe, ayant son côté plan tourné vers l'Objet; & que le Diamètre de la Sphere dont ce Verre est un

segment , soit appellé *D* ; que le demi-diametre de l'ouverture du Verre, soit appellé *S* ; & que le Sinus d'Incidence en passant du Verre dans l'Air, soit au Sinus de Refraction comme *I* à *R* : les Rayons qui viennent paralleles à l'Axé du verre, seront répandus dans l'endroit où l'Image de l'Objet est tracée le plus distinctement, sur un petit Cercle dont le Diametre est  $\frac{Rq \times Scub.}{Iq \times D \text{ quar.}}$  à peu de chose près, comme je l'inferé en calculant les erreurs des Rayons par la Methode des Suites infinies , & en rejetant les termes dont les quantités ne sont d'aucune consideration. Comme par exemple, si le Sinus d'Incidence *I*, est au Sinus de Refraction *R*, comme 20. à 31 ; & si *D* le Diametre de la Sphere sur laquelle le Côté convexe du Verre a été travaillé, est de 100. piés , ou de 1200. pouces ; & que *S* le demi-diametre de l'ouverture , soit de 2. pouces : le Diametre du petit Cercle ( c'est à dire,  $\frac{Rq \times Scub.}{Iq \times D \text{ quar.}}$  ) sera  $\frac{31 \times 31 \times 8}{20 \times 20 \times 1200 \times 1200}$  ( ou  $\frac{961}{72000000}$  ) parties d'un pouce. Mais le Diametre du petit Cercle sur lequel ces Rayons sont répandus par une inégale refrangibilité , sera environ la cinquante-cinquième partie de l'ouverture du Verre objectif , laquelle est ici de 4. pouces. Donc l'erreur causée par la sphericité du Verre est à l'erreur causée par la differente refrangibilité des Rayons, comme  $\frac{961}{72000000}$  à quatre cinquante-cinquièmes , c'est à dire, comme 1. à 5449 ;

& par conséquent la premiere erreur étant si peu de chose en comparaison de la seconde, elle ne merite pas d'être considerée.

Mais si les erreurs causées par la differente refrangibilité des Rayons sont si considerables, d'où vient, direz-vous, que les Objets paroissent si distinctement au travers des Telescopes? C'est parce que les Rayons errans, bien loin d'être répandus uniformement sur tout cet Espace circulaire, sont rassemblés d'une maniere infiniment plus dense dans le centre que dans aucune autre partie du Cercle; & parce que du Centre à la Circonference ils deviennent toujours plus rares jusqu'à être infiniment rares à la Circonference; & qu'à cause de leur rareté ils ne sont pas assez forts pour être visibles, hormis dans le Centre, & tout auprès.

FIG. 27. Soit \*  $ADE$  un de ces Cercles, décrit du Centre  $C$ , & de l'Intervale  $AC$ : Soit  $BFG$  un plus petit Cercle, concentrique au précédent, & qui coupe par sa Circonference le demi-Diametre  $AC$  en  $B$ . Coupez ensuite  $AC$  en deux également en  $N$ ; & suivant mon calcul la densité de la Lumiere, en quelque endroit  $B$  que ce soit, sera à sa densité en  $N$ , comme  $AB$  à  $BC$ ; & toute la Lumiere au dedans du plus petit Cercle  $BFG$ , fera à toute la Lumiere au dedans du plus grand Cercle  $AED$ , comme l'excès du Quarré de  $AC$  par dessus le Quarré de  $AB$ , est au quarré de  $AC$ . Par exemple, si

*BC* est la cinquième partie de *AC*, La Lumière sera quatre fois plus dense en *B* qu'en *N*; & toute la Lumière au dedans du plus petit Cercle, sera à toute la Lumière au dedans du plus grand Cercle comme 9. à 25. D'où il s'ensuit évidemment, que la Lumière qui est au dedans du plus petit Cercle, doit frapper les yeux beaucoup plus fortement, que cette Lumière foible & dilatée qui est renfermée entre la Circonférence du petit Cercle & celle du plus grand.

Il faut observer de plus, que les plus lumineuses des Couleurs Prismatiques, sont le jaune & l'orangé : ces deux Couleurs-là, dis-je, affectent plus fortement les Sens que toutes les autres ensemble; & celles qui immédiatement après ont le plus de force, c'est le Rouge & le Verd. Le Bleu est en comparaison une Couleur foible & obscure; & l'Indigo & le Violet sont encore plus obscures & plus foibles, de sorte que comparés aux Couleurs plus fortes, ils ne méritent pas beaucoup d'attention. Les Images des Objets doivent donc être placées, non dans le Foyer des Rayons de moyenne réfrangibilité, qui sont sur les confins du Verd & du Bleu; mais dans le Foyer des Rayons qui sont au milieu de l'Orangé & du Jaune, dans l'endroit où la Couleur est la plus lumineuse & la plus brillante, c'est-à-dire, dans le Jaune le plus éclatant, & qui approche plus.

de l'Orangé que du Verd. C'est par la refraction de ces Rayons ( dont les Sinus d'Incidence & de Refraction dans le Verre sont comme 17. & 11. ) qu'il faut mesurer la Refraction du Verre & du Crystal pour des usages optiques. Plaçons donc l'Image de l'Objet dans le Foyer de ces Rayons ; & tout le Jaune & l'Orangé tomberont dans un Cercle dont le diametre est environ la deux cent cinquantième partie du diametre de l'ouverture du Verre. Et si vous ajoûtes la moitié la plus brillante du Rouge ( je veux dire celle qui est immédiatement après l'Orangé ) & la moitié la plus brillante du Verd ( c'est-à-dire , celle qui est immédiatement après le Jaune ) environ trois cinquièmes de la Lumiere de ces deux Couleurs tomberont dans ce Cercle-là , & les deux autres cinquièmes tomberont hors de ce même Cercle tout à l'entour : & ce qui tombera dehors, sera répandu dans presque une fois autant d'espace que ce qui tombera dedans ; & en gros sera par conséquent environ trois fois plus rare. De l'autre moitié du Rouge & du Verd ( c'est-à-dire , du Rouge foncé obscur , & du Verd-de-Saule ) environ un quart tombera au dedans du Cercle, & les autres trois quarts au dehors ; & ce qui tombera dehors, sera répandu dans environ quatre ou cinq fois plus d'espace que ce qui tombera dedans , & par conséquent sera en gros plus rare ; & comparé avec toute la Lumiere qui est au de-

dans du Cercle , il sera environ 25. fois plus rare que toute cette Lumiere prise en gros , ou plutôt 30. ou 40. fois plus rare ; parce que le Rouge foncé qui se trouve à l'extrémité du *Speçtre* coloré , formé par un Prisme , est fort mince & fort rare ; & que le Verd-de-Saule est un peu plus rare que l'Orangé & le Jaune. La Lumiere de ces Couleurs étant donc à un si grand degré plus rare que celle qui est au dedans du Cercle , pourra à peine frapper les Sens , sur tout puisque le Rouge foncé & le Verd-de-Saule , de cette Lumiere , sont des Couleurs plus obscures que le reste. On peut , par la même raison , négliger le Bleu & le Violet , comme des Couleurs plus obscures que celles-ci , & beaucoup plus rarefiées : car la Lumiere dense & éclatante qui est renfermée dans le Cercle , obscurcira la Lumiere rare & foible de ces Couleurs obscures qui sont autour de ce Cercle , & les rendra presque insensibles. l'Image sensible d'un Point lumineux est donc à peine plus large qu'un Cercle dont le Diametre est la deux cent cinquantième partie du Diametre de l'ouverture du Verre objectif d'un bon Telescope , ou n'est pas de beaucoup plus large , si vous en exceptez une Lumiere nebuleuse , foible & obscure qui est autour , à laquelle un Spectateur ne fera presque aucune attention. Donc dans un Telescope qui a l'ouverture de quatre pouces , & la longueur

de cent piés, cette Image n'excedera point 2"<sup>45</sup>''' , ou 3". Et dans un Telescope dont l'ouverture est de deux pouces, & la longueur de 20. ou 30. piés, cette Image pourra occuper 5" ou 6", & à peine davantage : ce qui s'accorde fort bien avec l'Experience ; car quelques Astronomes ont trouvé que les Diametres des Etoiles Fixes dans des Telescopes de 20. à 60. piés de longueur, étoient d'environ 5" ou 6" ; ou tout au plus de 8" ou 10". Mais si avec la fumée d'une Lampe ou d'une Torche on noircit légèrement le Verre objectif, afin d'obscurcir la Lumiere de l'Etoile, cette foible Lumiere qui paroïssoit dans la circonférence de l'Etoile, cesse d'être visible ; & si le Verre est suffisamment enfumé, l'Etoile paroît n'être presque plus qu'un Point Mathématique. Par la même raison cette partie irréguliere de Lumiere qui se fait voir dans la circonférence de tout Point lumineux, doit être moins visible dans les plus courts Telescopes que dans les plus longs ; parce que les plus courts transmettent moins de lumiere à l'œil.

Or que les Etoiles fixes paroïtroient, à cause de l'immensité de leur distance, comme autant de Points, si ce n'étoit que leur Lumiere est dilatée par Refraction : c'est ce qu'on peut visiblement inferer de ce que, lorsque la Lune venant à passer vis à vis des Etoiles, & à les éclipser, leur Lumiere ne s'évanouït pas par degrés,

degrés, comme celle des Planettes, mais tout d'un coup; & qu'à la fin de l'Eclipse elles repassoient tout d'un coup, ou certainement, en moins d'une seconde, la Refraction de l'Atmosphere de la Lune prolongeant un peu le temps dans lequel la Lumiere de l'Etoile premierement s'évanoüit, & reparoit ensuite.

Mais supposé que l'Image sensible d'un Point lumineux soit même 250. fois moins large que l'ouverture du Verre, cette Image ne laisseroit pas d'être encore beaucoup plus grande qu'elle ne le feroit si elle n'étoit grossie que par la sphericité du Verre. Car n'étoit la differente refrangibilité des Rayons, sa largeur dans un Telescope de 100. piés, dont l'ouverture est de 4. pouces, ne feroit que  $\frac{961}{720.0000}$  parties d'un pouce, comme il paroît par le calcul qui en a été fait ci-dessus. Et par conséquent dans ce cas, les plus grandes erreurs causées par la sphericité du Verre, seroient aux plus grandes & plus sensibles erreurs causées par la differente refrangibilité des Rayons, comme  $\frac{961}{71000000}$  à quatre deux cens cinquantièmes tout au plus, c'est à dire, comme 1. est à 1200; ce qui fait assez voir que ce n'est pas la sphericité des Verres, mais la differente refrangibilité des Rayons qui empêche la perfection des Telescopes.

Il y a un autre Argument par lequel on peut faire voir que la differente refrangibilité des

Rayons, est la véritable cause de l'imperfection des Telescopes. C'est que les erreurs des Rayons, qui procedent de la sphericité des Verres objectifs, sont comme les Cubes des ouvertures des Verres objectifs : & sur ce pié-là pour que les Telescopes de différentes longueurs grossissent distinctement au même degré de distinction, il faudroit que les ouvertures des objectifs, & leurs pouvoirs amplifiants fussent comme les Cubes des Racines quarrées de leurs longueurs ; ce qui ne s'accorde point avec l'expérience. Mais les erreurs qui proviennent de la différente refrangibilité des Rayons, sont comme les simples ouvertures des Verres objectifs : de sorte qu'afin que des Telescopes de différentes longueurs grossissent distinctement au même degré de distinction, leurs ouvertures & leurs pouvoirs amplifiants doivent être comme les Racines quarrées de leurs longueurs ; ce qui s'accorde avec l'Expérience, comme l'on sçait fort bien. Par exemple, un Telescope de 64. piés de longueur, & dont l'ouverture est de 2. pouces & deux tiers, grossit aussi distinctement 120. fois ou environ, qu'un Telescope d'un pié de longueur, & dont l'ouverture est d'un tiers de pouce, grossit 15. fois.

Or sans cette différente refrangibilité des Rayons, on pourroit rendre les Telescopes plus parfaits que ceux que nous avons décrits jusqu'ici, avec des objectifs composés de deux

Verres, dont l'entre-deux seroit rempli d'eau. Ainsi, \* soit  $A D F C$  un Verre objectif composé de deux Verres  $A B E D$  &  $C B E F$ , également convexes aux côtés extérieurs  $A G D$  &  $C H F$ , & également concaves aux côtés intérieurs  $B M E$  &  $B N E$ ; & soit la concavité  $B M E N B$  remplie d'eau. Soient les Sinus d'Incidence & de Refraction du Verre dans l'Air, comme  $I$  est à  $R$ ; & de l'Eau dans l'Air, comme  $K$  est à  $R$ ; & par conséquent du Verre dans l'Eau, comme  $I$  est à  $K$ . Et soit  $D$  le Diametre de la Sphere sur laquelle sont travaillés les Côtés convexes  $A G D$  &  $C H F$ ; & que le Diametre de la Sphere sur laquelle sont travaillés les côtés concaves  $B M E$  &  $B N E$ , soit à  $D$  comme la Racine cubique de  $K K - K I$  est à la Racine cubique de  $R K - R I$ : cela posé, les Refractions qui se font sur les côtés concaves des Verres, corrigeront extrêmement les erreurs des Refractions qui se font sur les côtés convexes, entant que ces erreurs procedent de la sphericité de la Figure. Ce seroit là un moyen de rendre les Telescopes assez parfaits, n'étoit la differente refrangibilité des diverses sortes de Rayons. Mais à cause de cette differente refrangibilité, je ne vois point encore, qu'on puisse par le seul secours des Refractions, autrement perfectionner les Telescopes qu'en augmentant leurs longueurs, à quoi il semble que l'invention de M. *Huygens*

\* FIG. 28,

est très-propre. Car les Tuyaux extrêmement longs sont embarrassants, & à cause de leur longueur, fort sujets à se courber, & dès-là à s'ébranler de telle sorte qu'ils causent un tremblement continuel dans les objets, ce qui fait qu'il est difficile de les voir distinctement; au lieu que par l'artifice imaginé par M. *Huygens*, les Verres se manient aisément; & l'objectif étant attaché à un Mât droit & fort, en devient plus ferme.

Voyant donc que de perfectionner des Telescopes de longueurs données, par les Refractions, est une affaire desespérée: j'imaginai autrefois un Telescope qui faisoit voir les objets par Réflexion, & où je me servois d'un Metal concave au lieu d'un Verre objectif. Le Diametre de la Sphere sur laquelle je travaillai ce Metal concave, étoit d'environ 25. pouces Anglois; & par conséquent l'Instrument avoit environ 6. pouces & un quart de longueur. L'Oculaire étoit plan convexe; & le Diametre de la Sphere sur laquelle le côté convexe avoit été travaillé, étoit environ un cinquième de pouce, ou un peu moins; & par conséquent il grossissoit 30. à 40. fois les objets. Par une autre maniere de mesurer je trouvai qu'il les grossissoit environ 35. fois. Le Metal concave portoit une ouverture d'un pouce & un tiers: cette ouverture n'étoit pas bornée par un Cercle opaque qui couvrit le bord du Metal de tous

côtés ; mais par un Cercle opaque placé entre l'Oculaire & l'Oeil , & percé au milieu d'un petit trou rond , par où les Rayons passoient à l'œil. Car ce Cercle ainsi placé arrêtoit une bonne quantité de la Lumiere vague qui autrement auroit troublé la Vision. Ayant comparé cet Instrument avec une assez bonne Lunette de 4. piés de long , dont l'Oculaire étoit un Verre concave , je pouvois lire à une plus grande distance avec l'Instrument de ma façon qu'avec cette Lunette de verre. Mais les Objets paroissoient beaucoup plus obscurs dans cet Instrument-là que dans la Lunette de verre : & cela en partie , parce qu'il se perdoit plus de Lumiere par reflexion dans le Metal , que par refraction dans le Verre ; & en partie , parce que mon Instrument grossissoit un peu trop. Car s'il n'eût grossi que 30. ou 25. fois , il auroit fait paroître l'Objet plus vif & plus agréable. J'en fis deux de cette espee il y a environ seize ans ; & j'en ai encore un chez moi , par lequel je puis prouver la vérité de ce que je viens d'avancer. Il n'est pourtant pas si bon qu'il étoit d'abord : car la partie concave s'est ternie plusieurs fois ; & on l'a éclaircie de nouveau en la frottant avec un cuir fort doux. Lorsque je fis les derniers Instrumens dont je viens de parler , un Artisan de Londres entreprit d'en faire sur ce modele : mais s'étant servi pour les polir , d'une méthode differente de

celle dont je m'étois servi, son ouvrage se trouva fort inférieur au mien, comme je l'appris en discourant avec un Ouvrier qu'il avoit employé à ce travail : voici la manière de polir dont je me servis. Je pris deux plaques rondes de cuivre, dont chacune avoit six pouces de diamètre, l'une convexe, & l'autre concave, travaillées en sorte qu'elles répondoient fort juste l'une à l'autre. Sur la Plaque convexe, je travaillai le *Metal-objectif-concave* qui devoit être poli : je le travaillai, dis-je, jusqu'à ce qu'il eût pris la forme de la Plaque convexe, & qu'il fût prêt à être poli. Ensuite j'enduisis la Plaque convexe d'une très-legere couche de Poix, faisant tomber la Poix toute fondue sur cette Plaque que j'échauffois pour que la Poix se conservât molle tandis que je pressois cette Plaque convexe contre la concave que j'avois soin de mouïller, afin que la Poix se répandît également sur toute la surface de la Plaque convexe. Ainsi en bien travaillant, je rendis cette Poix aussi mince qu'une piece de cinq sous ; & après que la Plaque convexe fut refroidie, je la travaillai encore pour la former aussi exactement que je pourrois. Ensuite ayant pris de la potée que j'avois fort épurée, & dégagée de ses parties les plus grossieres en la bien lavant, j'en jettai un peu sur la Poix, & la broyai par le moyen de la Plaque concave jusqu'à ce qu'elle eut cessé de craqueter : après cela je commen-

çai à travailler vivement le *Metal-objectif* sur la Poix, durant deux ou trois minutes, en appuyant fortement dessus. Mettant ensuite de nouvelle potée sur la Poix, je la broyai encore jusqu'à ce qu'elle ne craquetât plus, après quoi je travaillai le *Metal-objectif* dessus comme auparavant : & je repetai tout cet ouvrage jusqu'à ce que le Metal fut entièrement poli, le travaillant la dernière fois de toute ma force durant un assez long espace de temps, & répandant souvent mon souffle sur la Poix pour la conserver humide sans y mettre de nouvelle potée. Je donnai au *Metal-objectif* deux pouces de largeur, & environ un tiers de pouce d'épaisseur pour l'empêcher de se fausser. J'avois deux de ces Objectifs de Metal ; & après les avoir polis tous deux, j'essayai lequel étoit le meilleur, & je travaillai l'autre encore, pour voir si je pourrois le rendre plus parfait que celui que j'ai conservé. C'est ainsi que par plusieurs épreuves j'appris la manière de polir, jusqu'à ce que je fis les deux *Telescopes à réflexion* dont je viens de parler. Car cet Art de polir s'apprendra beaucoup mieux par une pratique souvent répétée, que par toutes les descriptions que j'en pourrois donner. Avant que de travailler le *Metal-objectif* sur la Poix, j'avois toujours soin de travailler sur la Poix la potée avec la plaque du cuivre concave, jusqu'à ce qu'elle cessât de craqueter ; parce que, si les

petites parties de la potée ne sont pas disposées par ce moyen à s'attacher fortement à la Poix, il arrivera que roulant de tous côtés sur le *Metal-objectif*, elles le ratifieront, le sillonneront, & y feront une infinité de petits creux.

Mais parce qu'il est plus difficile de polir le Metal que le Verre ; & que le Metal une fois poli est fort sujet à se gâter en se ternissant ; & que d'ailleurs il ne réfléchit pas tant de Lumière que le Verre enduit de vif-argent, je serois d'avis qu'au lieu de Metal on employât un Verre concave par devant, & tout autant convexe par derriere, & dont le côté convexe fût entièrement enduit de vif-argent. Il faut que le Verre soit exactement de la même épaisseur par tout, sans quoi il seroit paroître les Objets colorés & confus. Il y a environ cinq ou six ans qu'avec un tel Verre j'essayai de faire un *Telescope à reflexion*, d'environ 4. piés de long, qui pût grossir environ 150. fois ; & je fus convaincu qu'il ne manque qu'un habile Ouvrier pour porter la chose à une entière perfection. Car le Verre que je devois employer, ayant été travaillé par un de nos Artisans de Londres de la maniere qu'ils travaillent les Verres pour en faire des *Telescopes*, quoi que ce Verre parût aussi bien travaillé que les *Objectifs* ont accoutumé de l'être, cependant après qu'il eut été enduit de vif-argent, la reflexion fit voir qu'il y avoit sur la

surface

surface de ce Verre un nombre infini d'inégalités qui rendoient les Objets confus dans cet Instrument. Car les erreurs des Rayons réfléchis, produites par quelque inégalité sur la surface du Verre, sont environ six fois plus nombreuses que les erreurs des Rayons rompus, causées par de pareilles inégalités. Cependant je fus convaincu par cette Expérience, que la Réflexion qui se fait par le côté concave du Verre, par laquelle je craignois que la vision ne fût troublée, n'y apporta aucun préjudice sensible; & qu'ainsi rien ne manque pour perfectionner ces sortes de Telescopes, que de bons Ouvriers qui sçachent polir les Verres, & leur donner, en les travaillant, une forme véritablement Sphérique. J'ai une fois perfectionné considérablement le Verre Objectif d'un Telescope de 14. piés, fait par un Artisan de Londres, en le travaillant sur de la Poix mêlée avec de la potée, sans appuyer dessus que d'une manière très-legere, de peur que la potée ne sillonnât. De sçavoir si ce moyen-là ne suffiroit pas pour polir les *Verres à réflexion*, dont je viens de parler, c'est ce que je n'ai pas encore éprouvé. Mais quiconque essayera cette manière de polir ou toute autre qu'il jugera meilleure, fera bien, à mon avis, de mettre ses Verres en état d'être polis en les travaillant avec moins de violence que n'ont accoûtumé de faire nos Artisans de Londres. Car les Verres pressés d'une

122 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
maniere si violente, sont sujets à se courber un  
peu dans ce temps-là; ce qui doit certaine-  
ment en gêner la figure. Or pour engager les  
Ouvriers qui veulent se perfectionner dans  
l'art de figurer des Verres Optiques, à essayer  
ce qu'on pourroit faire avec des *Verres à reflé-*  
*xion*, je m'en vais décrire dans la Proposition  
suivante l'Instrument dont je viens de parler.

---

## HUITIÈME PROPOSITION:

Problème. II.

### *Moyen d'accourcir les Telescopes.*

\* Fig. 29.

Soit \*  $ABDC$  un Verre spheriquement  
concave par le côté de devant  $AB$ , & tout  
aussi convexe par le côté de derriere  $CD$ , de  
forte qu'il soit par tout d'une égale épaisseur.  
Ayez soin, dis-je, qu'il ne soit pas plus épais  
d'un côté que de l'autre, de peur qu'il ne fasse  
paroître les Objets colorés & confus. Du reste  
qu'il soit exactement travaillé, enduit de Vif-  
argent par derriere, & enchâssé dans le Tuyau  
 $VXYZ$ , lequel doit être fort noir en dedans.  
Soit  $EFG$  un Prisme de Verre ou de Crystal,  
placé près de l'autre extremité du Tube à égales  
distances de ses côtés, par le moyen d'une espe-  
ce de manche de cuivre ou de fer  $FGK$  dont  
le bout applati  $FG$  couvre un des côtés du

Prisme qui y sera attaché avec du Ciment. Soit ce Prisme rectangle en  $E$ , ayant les deux autres Angles en  $F$  &  $G$  exactement égaux l'un à l'autre; & par conséquent demi-droits. Soient les côtés plans  $FE$  &  $GE$ , quarrés; & par conséquent le troisième côté  $FG$  un parallélogramme rectangle, dont la longueur soit à sa largeur en proportion sous-doublée de deux à un. Soit ce Prisme placé de telle maniere dans le Tube, que l'axe du Miroir, ou Verre concave  $ABDC$  puisse passer perpendiculairement par le milieu du côté quarré  $EF$ ; & par conséquent par le milieu du côté  $FG$  à un Angle de 45. degrés. Soit le côté  $EF$  tourné vers le Miroir; & soit le Prisme à telle distance du Miroir que les Rayons de la Lumiere  $PQ$ ,  $RS$ , &c. qui tombent sur ce Miroir en Lignes paralleles à son Axe, puissent entrer dans le Prisme par le côté  $EF$ , & être réfléchis par le côté  $FG$ , & delà en sortir par le côté  $GE$ , & aller au point  $T$ , qui doit être le Foyer commun du Miroir  $ABDC$ , & d'un Verre oculaire plan-convexe  $H$ , au travers duquel ces Rayons doivent passer dans l'Oeil. Enfin, que les Rayons au sortir de ce Verre passent par un petit Trou rond, fait dans une petite plaque de Plomb, de Cuivre, ou d'Argent, qui doit couvrir le Verre, & n'être pas plus grand qu'il ne faut pour qu'une quantité suffisante de Lumiere puisse passer à travers. Car cela même rendra

l'Objet distinct ; parce que la Plaque où l'on aura fait ce petit Trou, interceptera toute la portion vague de Lumiere qui vient des bords du Miroir *AB*. Un tel Instrument bien fait, s'il est de six piés de long ( à compter sa longueur depuis le Miroir jusqu'au Prisme, & depuis le Prisme jusqu'au Foyer *T* ) comportera, à l'endroit où est le Miroir, une ouverture de six pouces, & grossira les Objets environ deux ou trois cens fois. Mais ici il est beaucoup plus avantageux de terminer l'ouverture par le moyen du petit Trou placé vers *H*, que de la terminer par le moyen d'une Plaque posée sur le Miroir *AB*, & ouverte de *Q* en *S*. Que l'on fasse l'Instrument plus long ou plus court, l'ouverture doit être en même proportion que le Cube de la Racine carré-quarrée de la longueur, & le pouvoir amplifiant en même proportion que l'ouverture. Mais il faut que le Miroir soit du moins un ou deux pouces plus large que l'ouverture ; & que le Verre du Miroir soit assez épais pour qu'en le travaillant il ne se courbe point. Le Prisme *EF* ne doit pas être plus gros qu'il n'est nécessaire ; & le côté de derriere *FG* ne doit pas être enduit de Vif-argent ; parce que sans en être enduit, il réfléchira toute la Lumiere qui du Miroir tombera sur lui.

Dans cet Instrument les Objets paroîtront renversés ; mais on pourra les redresser en fai-

font les côtés quarrés  $EF$  &  $EG$  du Prisme  $EFG$ , non plans, mais spheriquement convexes, afin que les Rayons puissent aussi bien se croiser avant que d'arriver au Prisme, qu'après entre le Prisme & l'Oculaire. \* Si l'on veut que l'Instrument comporte une plus grande ouverture, c'est ce qu'on peut faire aussi en composant le Miroir de deux Verres dont l'entre-deux soit rempli d'eau.

Au reste, supposé que la Theorie concernant les Telescopes pût être absolument mise en pratique, les Telescopes ne pourroient pourtant point être perfectionnés au delà de certaines bornes. Car l'Air au travers duquel nous regardons les Etoiles, est dans un tremblement continuel, comme on peut le voir par le tremblotement qui se remarque dans les ombres des grandes Tours, & par la scintillation des Etoiles Fixes. Ces Etoiles n'étincellent point lorsqu'elles sont vûës au travers des Telescopes qui ont de grandes ouvertures: car les Rayons de Lumiere qui passent par différentes parties de l'ouverture, tremblant chacun à part, & en conséquence de leurs tremblements differents & quelquefois contraires,

\* Dans ce cas l'Image sera un peu colorée, parce que les côtés convexes du Prisme font l'effet d'un second Oculaire: & la Lunette doit aussi être plus longue pour donner lieu à l'Image renversée qui se fait devant le Prisme, aussi bien qu'à la seconde Image redressée qui se fait entre le Prisme & l'Oculaire, où l'Image renversée étoit auparavant.

tombant en même-temps sur differents Points du fond de l'œil, ces tremblottemens sont trop prompts & trop confus pour être apperçûs séparément. Et tous ces Points illuminés produisent un large Point lumineux, composé de ce grand nombre de Points tremblants, mêlés confusément & insensiblement ensemble par des tremblottemens fort courts & fort prompts; & par là ils font paroître l'Etoile plus large qu'elle n'est en effet, & sans aucun tremblement dans son tout. Les longs Telescopes peuvent faire voir les Objets plus brillants & plus grands que ceux qui sont courts; mais on ne sçauroit les former de telle maniere qu'ils dissipent cette confusion de Rayons qui est causée par les tremblemens de l'Atmosphère. Le seul remede à cela c'est un Air très-serain & très-calme, tel qu'on pourroit peut-être le trouver sur la cime des plus hautes Montagnes au dessus des Nuées les plus épaisses,

*Fin de la premiere Partie du premier Livre.*



128 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
*remment imprimées à la Lumiere, selon*  
*que la Lumiere & l'Ombre sont terminées*  
*differemment.*

*Preuve fondée sur des Experiences.*



\* FIG. 1.

REMIERE EXPERIENCE.  
 Si un Trait de Lumiere Solaire  
 entre dans une Chambre fort ob-  
 scure \* par un Trou oblong  $F$ ,  
 dont la largeur soit la sixième  
 ou la huitième partie d'un pouce,  
 ou un peu  
 moins; & que ce Trait de Lumiere  $FH$  passe  
 ensuite, premièrement à travers un fort grand  
 Prisme  $ABC$ , qui soit à 20. piés de distance  
 du Trou, & lui soit parallele; & qu'après cela,  
 la partie blanche de ce Trait passe par un Trou  
 oblong  $H$ , fait dans un Corps noir & opaque  
 $GI$ , lequel Trou ait environ la quarantième  
 ou la soixantième partie d'un pouce de large,  
 & soit à deux ou trois piés de distance du Pris-  
 me, & parallele au Prisme & au premier Trou:  
 si cette Lumiere blanche ainsi transmise par le  
 Trou  $H$ , tombe ensuite sur un Papier blanc  $pt$ ,  
 placé après ce Trou  $H$ , à la distance de 3. ou  
 4. piés, & y peint les Couleurs ordinaires du  
 Prisme, supposé le Rouge en  $t$ , le Jaune en  $s$ ,  
 le Verd en  $r$ , le Bleu en  $q$ , & le Violet en  $p$ ;  
 on peut avec un fil d'archal ou autre pareil  
 Corps mince & opaque d'environ un dixième  
 de

Fig. 1.

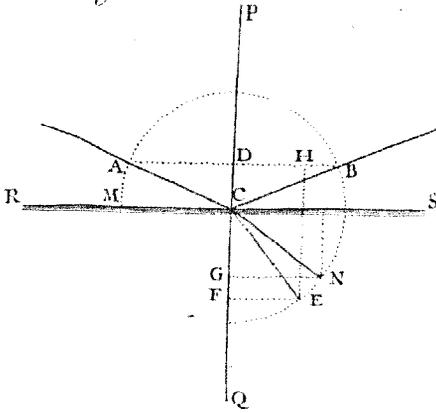


Fig. 2.

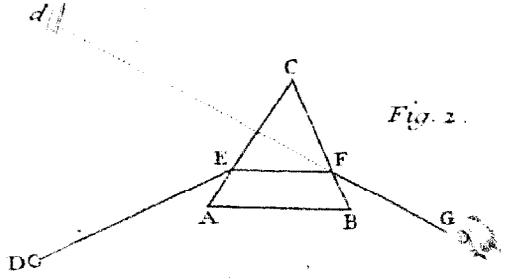


Fig. 3.

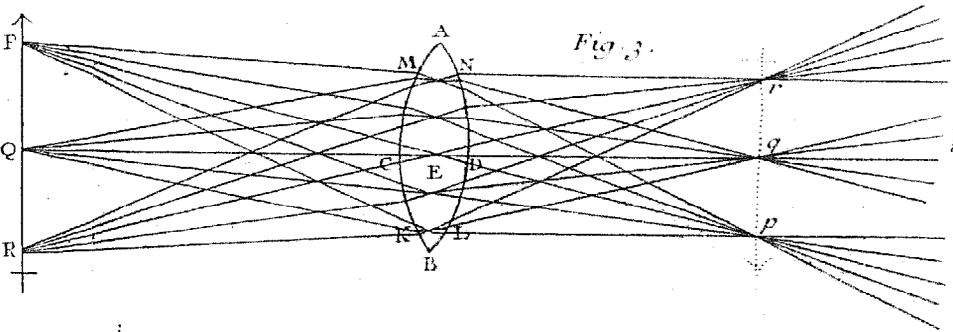


Fig. 4.

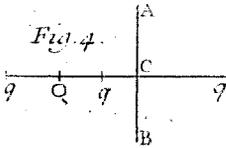


Fig. 5.

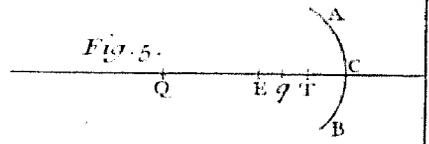


Fig. 6.

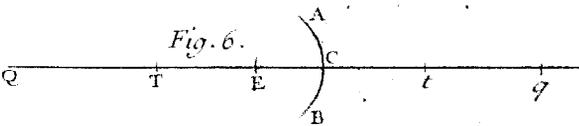
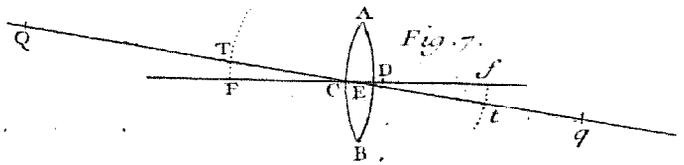


Fig. 7.



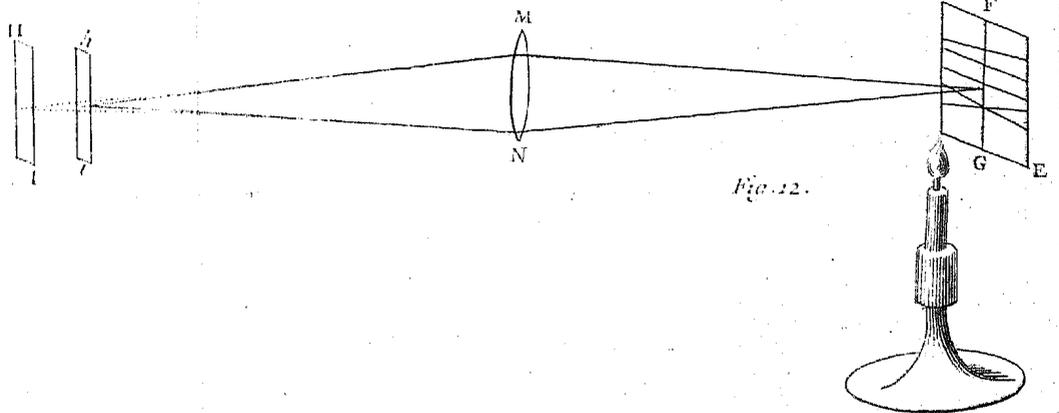
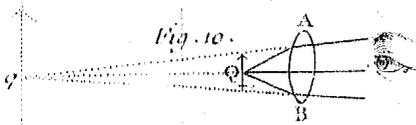
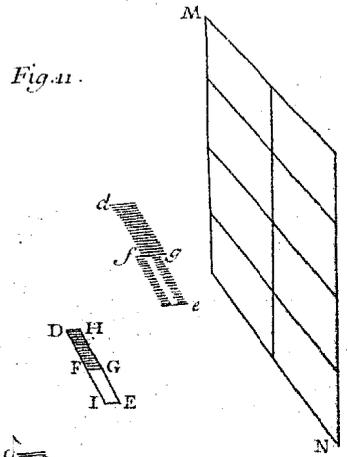
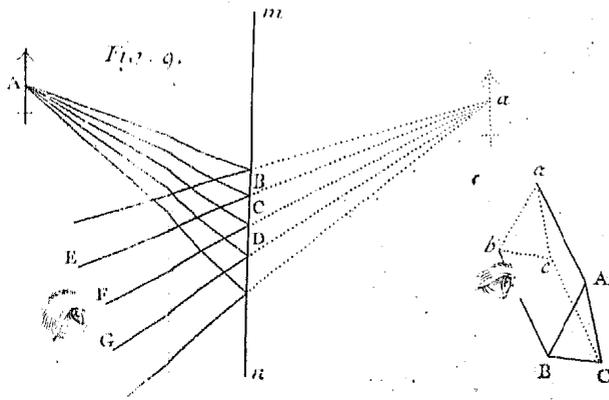
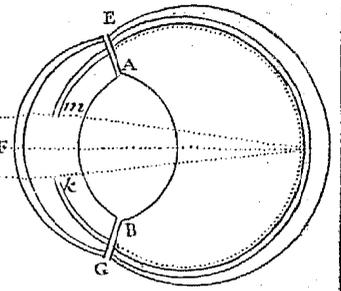
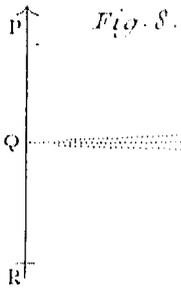


Fig. 13.

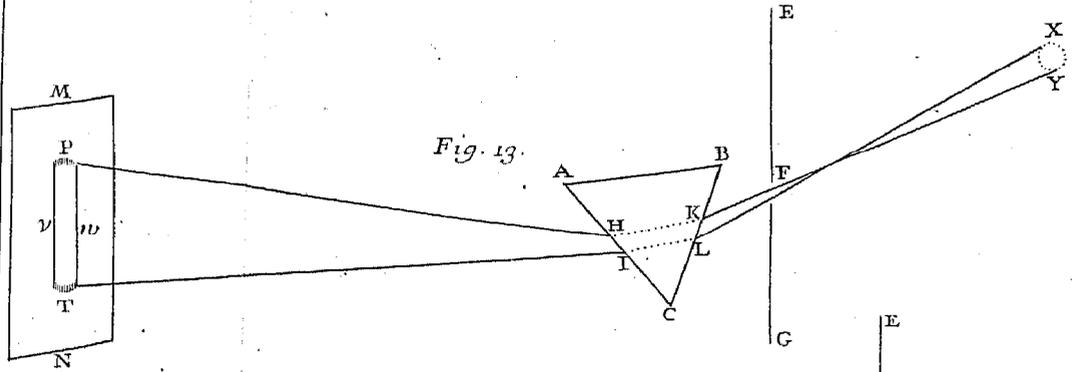
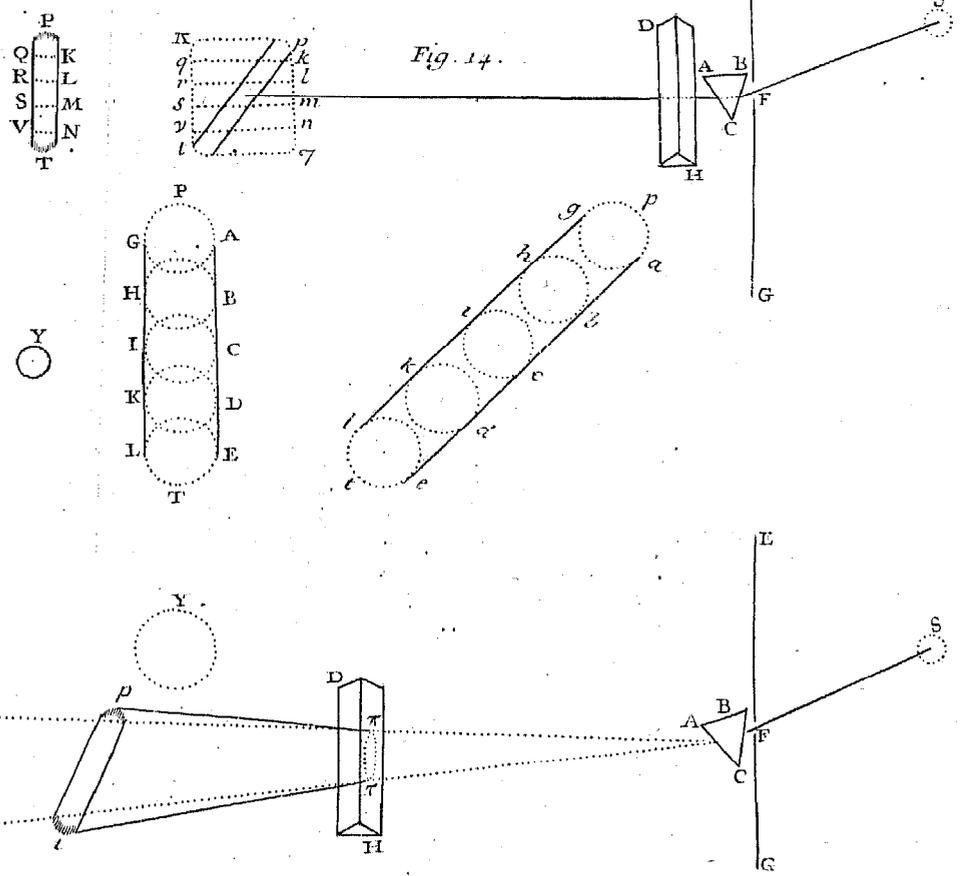


Fig. 14.



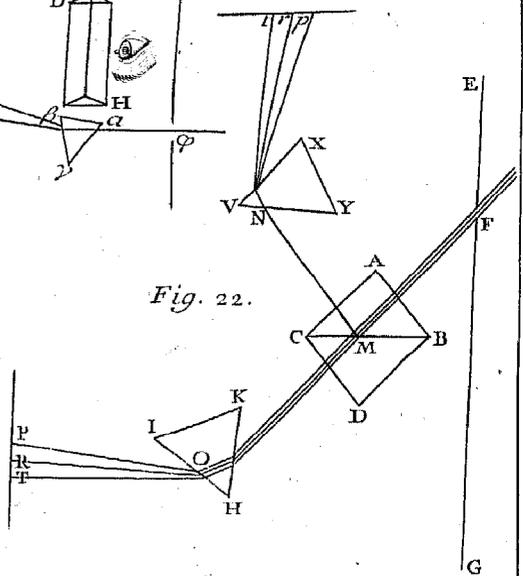
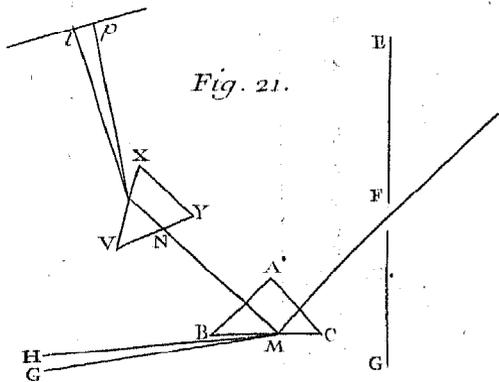
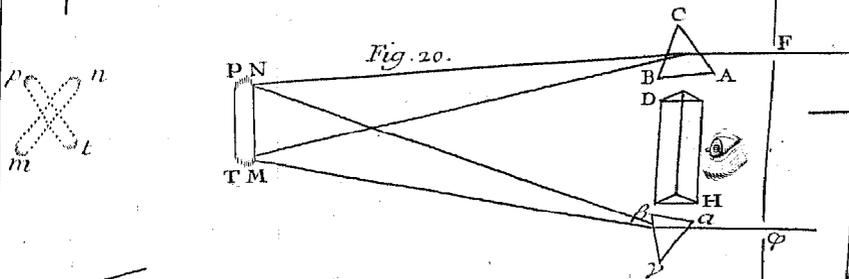
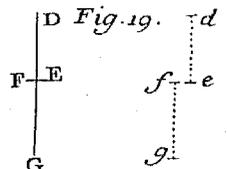
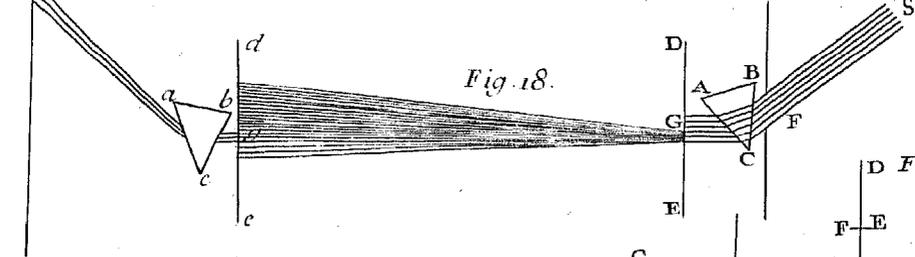
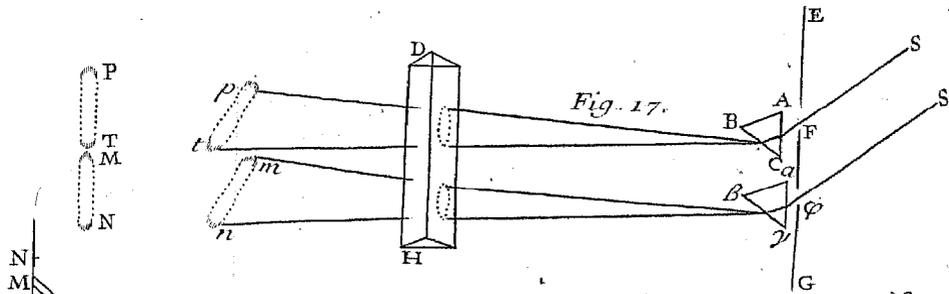


Fig. 23.

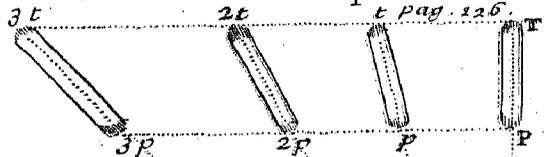
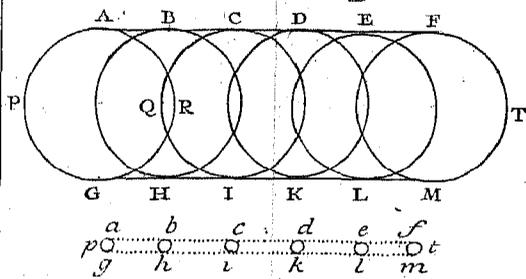


Fig. 26.

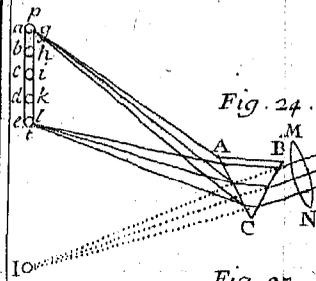


Fig. 24.

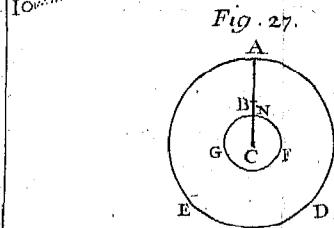


Fig. 27.

Fig. 28.

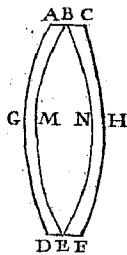


Fig. 25.

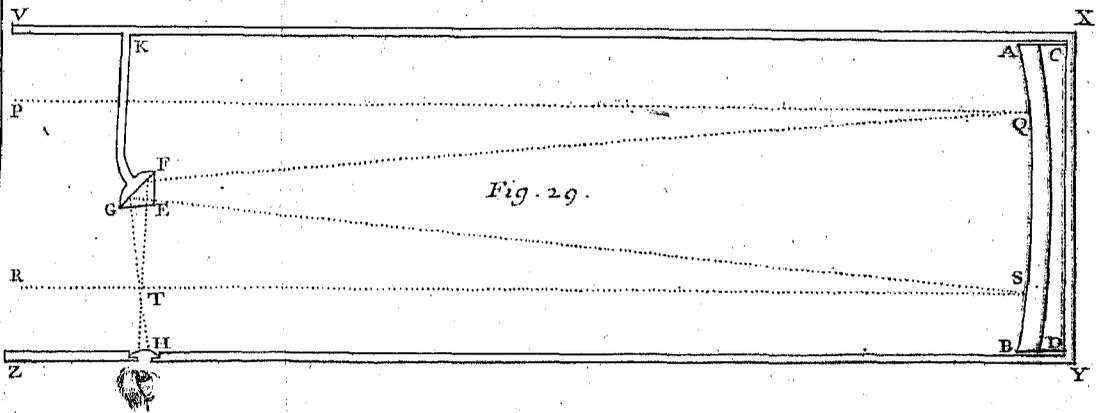
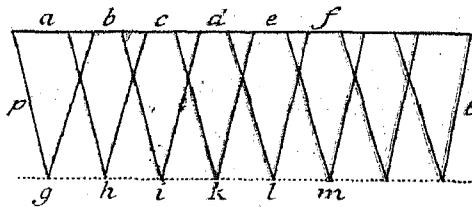


Fig. 29.

de pouce de longueur , intercepter les Rayons en *k, l, m, n, ou o* , & faire disparoître par ce moyen telle Couleur qu'on voudra en *t, f, r, q, ou p* , les autres Couleurs restant sur le Papier comme auparavant ; ou bien avec un Obstacle un peu plus gros on peut ôter deux Couleurs , ou trois, ou quatre tout à la fois , le reste demeurant. Ainsi chacune des Couleurs peut , aussi-bien que le Violet , devenir extérieure dans les confins de l'Ombre vers *p* ; & aussi-bien que le Rouge , devenir extérieure dans les confins de l'Ombre vers *t* : chacune peut aussi confiner à l'Ombre faite au dedans des Couleurs par l'Obstacle *R* qui vient à intercepter quelque partie intermédiaire de Lumière ; & enfin chacune de ces Couleurs étant laissée seule peut confiner à l'Ombre des deux Côtés. Donc toutes les Couleurs souffrent indifféremment les confins de l'Ombre sans altération ; & par conséquent les causes qui rendent ces Couleurs différentes les unes des autres , ne sont point les différents confins des Ombres par où la Lumière soit différemment modifiée , comme les Philosophes l'ont crû jusqu'ici. Au reste , en faisant ces épreuves , il faut observer que l'Experience réussira d'autant mieux , que les Trous *F & H* seront plus petits , & les intervalles entre ces Trous & le Prisme plus grands ; & que la Chambre sera plus obscure , pourvû que la diminution de la

la Lumière ne soit pas si grande qu'elle empêche les Couleurs en *pt* d'être assez visibles. Comme il n'est pas aisé de trouver un Prisme de Verre Solide qui soit assez grand pour cette Expérience, il faut faire un Vase *prismatique* avec des plaques de Verre polies & cimentées ensemble, qu'on remplira d'eau salée, ou d'huile claire.

SECONDE. EXPERIENCE. Un Trait de Lumière Solaire introduit dans une Chambre obscure \* par un Trou rond *F*, de demi-pouce de Diamètre, passa premièrement au travers d'un Prisme *ABC* placé au devant de ce Trou, & ensuite au travers d'une Lentille *PT* qui avoit un peu plus de quatre pouces de largeur, & étoit à environ huit piés du Prisme. De là cette Lumière se réunit en *O* Foyer de la Lentille, à environ trois piés de distance de cette Lentille, où elle tomba sur un Papier blanc *DE*. Lorsque ce Papier étoit perpendiculaire à cette Lumière qui tomboit dessus, comme il est représenté dans la situation *DE*, toutes les Couleurs peintes sur le Papier en *O*, paroissent blanches. Mais lorsque le Papier tourné autour d'un Axe parallèle au Prisme, se trouvoit fort incliné à la Lumière, comme il est représenté dans les positions *de* & *de*, la même Lumière, dans un cas, paroissoit Jaune & Rouge; & dans l'autre, Bleuë. Voilà une seule & même portion de Lumière qui dans un seul &

\* FIG. 2.

même lieu , selon les différentes inclinaisons du Papier , paroïssoit Blanche dans un cas , Jaune ou Rouge dans un autre , & Bleuë dans un troisiéme , quoique dans tous ces cas les confins de Lumiere & d'Ombre , & les Refractions du Prisme restassent absolument les mêmes.

TROISIÈME EXPERIENCE. Voici une autre pareille Experience qui est encore plus aisée à faire. Qu'un large Trait de Lumiere Solaire , entrant dans une Chambre obscure par un Trou fait au Volet d'une Fenêtre , \* soit rompu par un grand Prisme *ABC* dont l'Angle réfringent *C* ait plus de 60. degrés ; & qu'en sortant du Prisme il tombe immédiatement sur un gros Carton blanc *DE*. Lorsque ce Carton sera perpendiculaire à la Lumiere , comme il est représenté en *DE* , cette Lumiere paroîtra parfaitement blanche sur le Carton ; mais si le Carton vient à être fort incliné à la Lumiere , de telle sorte cependant qu'il soit toujours parallèle à l'axe du Prisme , il arrivera que selon que le Carton sera incliné d'un côté ou d'autre , la blancheur de toute cette Lumiere qui avoit paru sur le Carton , se changera ou en Jaune & en Rouge , comme dans la situation *de* ; ou en Bleu & en Violet , comme dans la situation *de*. Et si la Lumiere , avant que de tomber sur le Carton , est rompuë deux fois du même côté , par deux Prismes parallèles

\* FIG. 34

les, ces Couleurs en deviendront plus éclatantes. Dans cette Experience toutes les parties moyennes du large Trait de Lumiere blanche qui tomboit sur le Carton, devinrent entiere-ment colorées d'une seule Couleur uniforme sans qu'aucuns confins d'Ombre contribuassent à les modifier, la Couleur étant toujours la même au milieu du Carton comme dans les bords; & cette Couleur changea selon la différente obliquité du Carton réfléchissant, sans qu'il arrivât aucun changement dans les Refractions ou dans l'Ombre, ni dans la Lumiere qui tomboit sur ce Carton. Par conséquent la cause de ces Couleurs est quelque autre chose que de nouvelles modifications de Lumiere, produites par des Refractions & des Ombres.

Si l'on demande quelle est donc cette cause ? je répondrai que le Carton dans la situation de, étant incliné plus obliquement aux Rayons les plus refrangibles qu'à ceux qui le sont moins, est plus fortement illuminé par les derniers que par les premiers; & que par conséquent les Rayons les moins refrangibles prédominent dans la Lumiere réfléchi. Or toutes les fois qu'ils prédominent dans quelque Lumiere que ce soit, ils la teignent de Rouge ou de Jaune, comme il paroît en quelque manière par la *Premiere Proposition* de la *Premiere Partie*, & comme il paroîtra plus particulièrement dans la suite. Le contraire arrive lorsque

le Carton est dans la situation *de*; parce que les Rayons les plus refrangibles, qui teignent toujours la Lumiere en bleu, & en violet, sont alors prédominants.

QUATRIÈME EXPERIENCE. Les couleurs des Bulles qu'on fait avec de l'eau & du savon, & qui servent de jouët aux Enfans; sont différentes, & changent de situation en diverses manieres sans aucun rapport aux confins de l'Ombre. Si l'on couvre une de ces Bulles avec un Verre concave pour empêcher qu'elle ne soit agitée par le vent ou par quelque autre mouvement de l'air, ses couleurs changeront de situation lentement & regulierement, dans le temps même que l'Oeil, la Bulle, & tous les Corps d'alentour, qui jettent de la Lumiere, ou qui font de l'Ombre, restent immobiles. Et par conséquent, les couleurs de ces Bulles viennent de quelque cause reguliere qui ne dépend point des confins de l'Ombre. On fera voir dans le Livre suivant quelle est cette cause.

A ces Experiences on peut ajouter la dixième Experience de la premiere Partie de ce Livre, dans laquelle la Lumiere du Soleil passant dans une Chambre obscure à travers les surfaces paralleles de deux Prismes liés ensemble en forme de Parallelepipede, paroit absolument d'un jaune ou d'un rouge uniforme en sortant des Prismes. Dans ce cas-là, les confins de l'Ombre ne peuvent contribuer en rien à la production

134 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
de ces couleurs. Car la Lumiere, de blanche qu'elle étoit, se change successivement en jaune, orangé, & rouge, sans que les confins de l'Ombre reçoivent aucune altération : & aux deux extremités de la Lumiere émergente, où les confins opposés de l'Ombre devoient produire des effets différens, la couleur n'est qu'une seule couleur entierement uniforme, soit du blanc, du jaune, de l'orangé, ou du rouge. Et dans le milieu de la Lumiere émergente, où il n'y a nuls confins d'Ombre, la couleur se trouve justement la même qu'aux extremités, toute la Lumiere étant, au point de sa sortie, d'une seule couleur uniforme, soit du blanc, ou du jaune, de l'orangé, ou du rouge ; & allant de là continuellement, sans recevoir aucun de ces changemens de couleur qu'on suppose communément que les confins de l'Ombre produisent dans la Lumiere rompue après son émergence. Ces couleurs ne sçau-roient venir non plus d'aucunes nouvelles modifications qui soient communiquées à la Lumiere par Refraction, parce qu'elles changent successivement de blanc en jaune, orangé, & rouge, les Refractions restant les mêmes pendant tout ce temps-là ; & parce que les Refractions sont faites en sens contraires par des surfaces paralleles qui détruisent reciproquement l'effet que chacune produit à son tour. Ces couleurs ne viennent donc pas d'aucunes modifications

de Lumiere, produites par des Réfractiions & des Ombres; mais de quelque autre cause. Nous avons déjà fait voir dans *l'Experience Dixième* \* quelle est cette cause, sans qu'il soit necessaire de le repeter ici.

\* Ci-dessus,  
pag. 52.

Il y a encore une autre circonstance importante dans cette Experience. Car cette Lumiere émergente étant rompuë par un troisiéme Prisme *HIK* (*Fig. 22. PART. I.*) vers le Papier *PT*, & y peignant les couleurs ordinaires du Prisme, sçavoir le rouge, le jaune, le vert, le bleu & le violet, si ces couleurs provenoient de certaines modifications de la Lumiere produites par les Refractiions de ce Prisme, elles ne seroient pas dans cette Lumiere avant qu'elle fût tombée sur ce Prisme. Cependant nous avons trouvé par cette Experience, que, lorsqu'en tournant les deux premiers Prismes autour de leur Axe commun on faisoit évanouir toutes les couleurs, excepté le rouge: la Lumiere qui faisoit le rouge, étant laissée seule, paroissoit précisément du même rouge qu'avant de tomber sur le troisiéme Prisme. Et en general nous voyons par d'autres Experiences, que lorsque les Rayons qui different en refrangibilité, sont séparés les uns des autres, & qu'une espee particuliere de ces Rayons, quelle qu'elle soit, est observée à part; la couleur qu'ils forment, ne peut être changée par aucune Refraction ou reflexion quelconque,

136 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
comme cela devoit arriver si les couleurs n'é-  
toient autre chose que des modifications de  
Lumiere, produites par des Refractions, des re-  
flexions, & des Ombres. C'est cette immuta-  
bilité de couleur que je vais décrire dans la  
Proposition suivante.

---

## SECONDE PROPOSITION.

### Theoreme II.

*Toute Lumiere homogene a sa couleur propre qui  
répond à ses degrés de refrangibilité ; & cette cou-  
leur ne peut être changée, ni par réflexion, ni par  
Refraction.*

**D**ANS les Experiences raportées dans la  
QUATRIÈME PROPOSITION de la  
*premiere Partie de ce Livre*, après que j'eus se-  
paré les Rayons hétérogenes les uns des autres;  
le Spectre *p t* formé par les Rayons séparés,  
en avançant depuis son extrémité *p* sur laquelle  
tomboient les Rayons les plus refrangibles,  
jusqu'à son autre extrémité *t* sur laquelle  
tomboient les moins refrangibles ; parut  
illuminé des couleurs suivantes dans l'ordre  
que je vais les nommer, le violet, l'indigo, le  
bleu, le vert, le jaune, l'orangé, le rouge, avec  
tous leurs degrés intermedits dans une conti-  
nuelle succession qui varioit perpetuellement ;  
de

de sorte qu'on voyoit autant de degrés de couleurs qu'il y avoit d'espèces de Rayons de différentes refrangibilités.

CINQUIÈME EXPERIENCE. Or que ces couleurs ne pussent point être changées par Refraction, c'est dequoi je m'assurai en rompant avec un Prisme tantôt une très-petite partie de cette Lumière, & tantôt une autre très-petite partie, de la manière que je l'ai décrit dans la douzième Experience de la première Partie de ce Livre. Car par cette Refraction la couleur de la Lumière ne fut jamais changée le moins du monde. Si quelque partie de la Lumière Rouge étoit rompuë, elle demeurait entièrement du même Rouge qu'auparavant. Cette Refraction ne produisoit ni Orangé, ni Jaune, ni Verd, ni Bleu, ni aucune autre nouvelle Couleur. Les Refractions repetées, ne produisoient aucun changement dans la Couleur: c'étoit toujours entièrement le même Rouge que la première fois. Je trouvai la même immutabilité dans le Bleu, le Jaune, & les autres Couleurs. De même, lorsque je regardois au travers d'un Prisme quelque Corps illuminé de quelque partie que ce fût de cette Lumière homogène, comme cela se trouve décrit dans la Quatorzième Experience de la première Partie; il ne me fut pas possible d'appercevoir aucune nouvelle couleur produite par ce moyen-là. Tous Corps, qui étant illuminés d'une Lumière

heterogene, étoient regardés au travers d'un Prisme; paroissoient confus (comme il a été déjà dit) & teints de diverses Couleurs nouvelles. Mais ceux qui sont illuminés d'une Lumiere homogene, ne paroissoient au travers des Prismes, ni moins distincts, ni autrement colorés, que lorsqu'on les regardoit simplement avec l'œil: leurs Couleurs n'étoient nullement changées par la Refraction du Prisme interposé. Je parle ici d'un changement sensible de Couleur: car la Lumiere que je nomme ici homogene, n'étant pas homogene absolument & à toute rigueur, son heterogeneité doit produire un petit changement de couleur. Mais lorsque cette heterogeneité diminuoit jusqu'au point où l'on peut la réduire par les Experiences de la quatrième Proposition, mentionnées ci-dessus, ce changement de couleur étoit insensible; & par conséquent, dans des Experiences où les Sens sont juges, il doit être compté pour rien.

SIXIÈME EXPERIENCE. Et comme ces Couleurs ne pouvoient point être changées par les Refractions, elles ne l'étoient pas non plus par les Reflexions. Car tout corps Blanc, Gris, Rouge, Jaune, Verd, Bleu, Violet, comme le Papier, les Cendres, la Mine de Plomb rouge, l'Orpiment, l'Indigo, la Cendre Bleue, l'Or, l'Argent, le Cuivre, l'Herbe, les Fleurs bleues, les Violettes, les Bulles

d'eau teintes de différentes couleurs, les plumes de Paon, la teinture du *Bois Nephretique*, & autres telles choses : tout cela exposé à une Lumière homogène Rouge, paroïsoit entièrement rouge, à une Lumière Bleuë entièrement bleu, à une Lumière Verte entièrement verd ; & ainsi des autres Couleurs. Dans la Lumière homogène de quelque couleur que ce fut, tous ces Corps paroïsoient totalement de cette même couleur, avec cette seule différence que quelques-uns réfléchissoient cette Lumière d'une manière plus forte, & d'autres d'une manière plus foible. Mais je n'ai point encore trouvé de Corps qui en réfléchissant une Lumière homogène, put en changer sensiblement la couleur.

De tout cela, il s'ensuit évidemment que si la Lumière du Soleil ne consistoit qu'en une seule sorte de Rayons, il n'y auroit qu'une seule Couleur dans le Monde, qu'il ne seroit pas possible de produire aucune nouvelle Couleur par voye de Réflexion ou de Refraction ; & que par conséquent la diversité des Couleurs dépend de ce que la Lumière est un composé de Rayons de différentes espèces.

#### D E F I N I T I O N.

*La Lumière homogène : Par exemple, les Rayons qui paroissent Rouges, ou plutôt qui font paroître les Objets rouges, je les appelle Rayons rubriques ou causant le*

132 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
 Rouge ; & ceux qui font paroître les Objets Jaunes ;  
 Verds, Bleus & Violets, je les appelle Rayons qui font  
 le Jaune, le Verd, le Bleu, le Violet ; & ainsi du  
 reste. Que si je parle quelquefois de la Lumiere & des  
 Rayons comme colorés ou imbus de Couleurs, je prie le  
 Lecteur de se ressouvenir que je ne prétens pas parler  
 philosophiquement & proprement, mais grossièrement  
 & conformément aux conceptions que le Peuple seroit  
 sujet à se former en voyant les Experiences que je pro-  
 pose dans cet Ouvrage. Car à parler proprement, les  
 Rayons ne sont point colorés, n'y ayant autre chose en  
 eux qu'une certaine puissance ou disposition à exciter une  
 sensation de telle ou telle Couleur. Car comme le Son  
 n'est dans une Cloche, dans une corde de Musique, ou  
 dans aucun autre Corps resonnant, qu'un mouvement  
 tremblottant ; qu'il n'est dans l'Air que ce même mou-  
 vement transmis depuis l'Objet ; & que dans le \* lieu  
 des sensations c'est le sentiment de ce mouvement sous la  
 forme de Son : de même les Couleurs dans les Objets ne  
 sont autre chose que la disposition qu'ils ont à réfléchir  
 telle ou telle espece de Rayons en plus grande abondance  
 que toute autre espece ; & dans les Rayons qu'une dis-  
 position à transmettre tel ou tel mouvement jusques dans  
 le Sensorium, où se font les sensations de ces mouve-  
 ments sous la forme de Couleurs.

\* Sensorium : c'est le mot dont s'est servi l'Auteur : Ce mot est si  
 expressif, & si commode que je serai obligé de l'employer en bien des  
 endroits où la circonlocution que je mets ici à la place, embarrasseroit  
 la periode, ou la rendroit trop languissante.

TROISIÈME PROPOSITION.

Problème I.

Déterminer la refrangibilité des différentes especes de Lumiere homogene, qui répond aux différentes Couleurs.

POUR résoudre ce Problème, j'ai imaginé l'Experience suivante.

SEPTIÈME EXPERIENCE. Ayant terminé exactement \* les côtés rectilignes  $AF$ ,  $GM$ , du Spectre coloré, formé par le Prisme, comme cela est décrit dans la Cinquième Experience de la PREMIERE PARTIE; toutes les couleurs homogenes s'y trouverent dans le même ordre, & dans la même situation, l'une par rapport à l'autre, que dans le Spectre composé de Lumiere simple, décrit dans la QUATRIÈME PROPOSITION de cette premiere Partie. Car les Cercles qui forment le Spectre de Lumiere composée  $PT$ , & qui sont croisés & confondus ensemble dans les parties mitoyennes du Spectre, ne sont point entremêlés dans leurs parties exterieures où ils touchent les côtés rectilignes  $AF$  &  $GM$ . Et c'est pour cela qu'il n'y a point de nouvelle couleur produite par Refraction dans ces côtés rectilignes lorsqu'ils sont terminés distinctement. J'observai de plus,

\* FIG. 42.

142 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
 que si en aucun endroit entre les deux Cercles  
 extérieurs  $T M F$  &  $P G A$ , une ligne droite,  
 com  $\gamma \delta$ , traversoit le Spectre, en sorte que par  
 ses deux bouts elle tombât perpendiculairement  
 sur ses côtés rectilignes; il paroïssoit sur  
 toute cette Ligne d'un bout à l'autre, une  
 seule & même couleur, & le même degré de  
 couleur. Je traçai donc sur du Papier le perimetre  
 du Spectre  $F A P G M T$ ; & faisant la  
*Troisième Experience* de la PREMIERE PARTIE, je  
 tenois le Papier de telle maniere que le Spectre  
 pût tomber sur cette Figure tracée, & lui être  
 adaptée exactement, tandis qu'une Personne,  
 qui ayant la vûë plus pénétrante que moi, pou-  
 voit mieux discerner les couleurs, tirant en  
 travers sur le Spectre les lignes droites  $a \beta$ ,  $\gamma \delta$ ,  
 $\epsilon \zeta$ , &c. marquoit les confins des couleurs, c'est  
 à dire, du rouge  $M a \beta F$ , de l'orangé  $a \gamma \delta \beta$ ,  
 du jaune  $\gamma \epsilon \zeta \delta$ , du vert  $\epsilon \eta \theta \zeta$ , du bleu  $\eta \iota \kappa \theta$ , de  
 l'Indigo  $\iota \lambda \mu \nu$ , & du violet  $\lambda G A \mu$ . Et cette  
 operation ayant été repetée plusieurs fois sur  
 le même Papier, & sur divers autres Papiers,  
 je trouvai que les observations s'accordoient  
 assez bien; & que les côtés rectilignes  $M G$  &  
 $F A$  étoient divisés par lesdites Lignes qui cou-  
 poient le Spectre en travers, de la même ma-  
 niere qu'est divisée la corde d'un Instrument  
 de Musique. Soit  $G M$  prolongée en  $X$ , de sorte  
 que  $M X$  soit égale à  $G M$ ; & imaginez que  
 $G X$ ,  $\lambda X$ ,  $\iota X$ ,  $\eta X$ ,  $\epsilon X$ ,  $\gamma X$ ,  $a X$ ,  $M X$ , soient

Les unes aux autres dans la proportion des nombres  $1, \frac{8}{9}, \frac{1}{6}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{1}{5}, \frac{9}{16}, \frac{1}{2}$ ; & qu'ainsi elles représentent les cordes de la clé, du Ton, de la tierce mineure, de la quarte, de la quinte, de la sixte majeure, de la septième, & de l'octave au dessus de la clé; & les intervalles  $M\alpha, \alpha\gamma, \gamma\epsilon, \epsilon\eta, \eta\iota, \iota\lambda,$  &  $\lambda G$ , seront les espaces occupés par les différentes couleurs, le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'Indigo, le violet.

Or comme ces Intervalles ou Espaces soutiennent les différences des Refractions des Rayons, qui vont jusqu'aux limites de ces couleurs, c'est à dire, jusqu'aux Points  $M, \alpha, \gamma, \epsilon, \eta, \iota, \lambda, G$ , ils peuvent être regardés, sans aucune erreur sensible, comme proportionnels aux différences des Sinus de Refraction de ces Rayons qui ont un commun Sinus d'Incidence: & puisque le commun Sinus d'Incidence des Rayons les plus & les moins refrangibles en passant du Verre dans l'air s'est trouvé par une methode décrite ci-dessus, en proportion à leur Sinus de Refraction, comme 50. à 77. & 78; divisez la difference entre les Sinus de Refraction 77. & 78, comme la Ligne  $GM$  est divisée par ces Intervalles; & vous aurez 77,  $77\frac{1}{8}$ ,  $77\frac{1}{5}$ ,  $77\frac{1}{3}$ ,  $77\frac{1}{2}$ ,  $77\frac{2}{3}$ ,  $77\frac{7}{9}$ , 78, pour les Sinus de Refraction de ces Rayons passant du Verre dans l'air, leur commun Sinus d'Incidence étant 50. Ainsi donc les Sinus d'Incidence

de tous les Rayons producteurs du rouge, passant du Verre dans l'air, n'étoient aux Sinus de leurs Refractions, ni dans une plus grande proportion que de 50. à 77, ni dans une moindre que de 50. à 77. & un huitième, quoiqu'ils variaissent entre eux selon toutes les proportions intermediates. De même, les Sinus d'Incidence des Rayons producteurs du vert, étoient aux Sinus de leurs Refractions dans toutes les proportions qui sont contenuës entre celle de 50. à 77. & un tiers & celle de 50. à 77. & demi. Ce fut par des limites pareilles à celles qui sont ci-dessus mentionnées, que furent déterminées les Refractions des Rayons, appartenantes aux autres couleurs : les Sinus des Rayons producteurs du rouge, s'étendant depuis 77. jusqu'à 77. & un huitième; ceux des Rayons producteurs de l'orangé, depuis 77. & un huitième, jusqu'à 77. & un cinquième; ceux des Rayons producteurs du jaune, depuis 77. & un cinquième jusqu'à 77. & un tiers; ceux des Rayons producteurs du vert, depuis 77. & un tiers jusqu'à 77. & demi; ceux des Rayons producteurs du bleu, depuis 77. & demi jusqu'à 77. & deux tiers; ceux des Rayons producteurs de l'Indigo, depuis 77. & deux tiers jusqu'à 77. & sept neuvièmes; & ceux des Rayons producteurs du violet, depuis 77. & sept neuvièmes jusqu'à 78.

Telles sont les Loix des Refractions que les  
Rayons

Rayons souffrent en passant du Verre dans l'air, d'où il est aisé de déduire par le *Troisième Axiome* de la première Partie de ce Livre, les Loix des Refractions que souffrent les Rayons en passant de l'air dans le Verre.

HUITIÈME EXPERIENCE : J'ai trouvé de plus, que lorsque la Lumière passe de l'air à travers differens Milieux contigus refringents, comme à travers l'eau & le Verre, & qu'elle repasse de là dans l'air, soit que les surfaces refringentes soient paralleles ou inclinées l'une à l'autre : j'ai trouvé, dis-je, que toutes les fois que cette Lumière est redressée par des Refractions contraires, de telle maniere qu'elle sorte en lignes paralleles à celles selon lesquelles elle étoit tombée ; elle reste ensuite toujours blanche : mais que si les Rayons émergents sont inclinés aux incidents, la blancheur de la Lumière émergente devient par degrés colorée dans ses extremités, à mesure qu'elle s'éloigne du lieu de son émerfion. C'est de quoi j'ai fait l'épreuve en rompant la Lumière avec des Prismes de Verre enchassés dans un vase prismatique plein d'eau. Or ces couleurs-là prouvent que les Rayons hétérogenes sont divergés & séparés les uns des autres par le moyen de leurs Refractions inégales, comme cela paroîtra plus amplement par ce qui suit. Et au contraire la blancheur permanente fait voir qu'à égales incidences des Rayons, il n'y a point de telle se-

146 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
 paration des Rayons émergents, ni par consé-  
 quent aucune inégalité dans leurs Refractions  
 totales. D'où je croi pouvoir déduire les deux  
 Theoremes suivants.

I. *Les excès des Sinus de Refractions de différentes  
 especes de Rayons par dessus leur commun Sinus d'Inci-  
 dence, lorsque les Refractions se font immédiatement de  
 divers milieux plus denses dans un seul & même mi-  
 lieu plus rare, par exemple, l'air; sont entre eux en  
 proportion donnée.*

II. *La proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de  
 Refraction d'une seule & même espece de Rayons en  
 passant d'un milieu dans un autre, est composée de la  
 proportion du Sinus d'Incidence au Sinus de la Refrac-  
 tion qui seroit faite du premier milieu dans un troisième  
 milieu quelconque, & de la proportion du Sinus d'Inci-  
 dence au Sinus de la Refraction qui seroit faite de ce  
 troisième milieu dans le second.*

Par le premier Theoreme on connoît les Re-  
 fractions que les Rayons de chaque espece souf-  
 frent en passant d'un milieu quelconque dans  
 l'air, dès qu'on a la Refraction des Rayons  
 d'une espece quelconque. Comme, par exemple,  
 si l'on veut sçavoir quelles sont les Refractions  
 que les Rayons de chaque espece souffrent en  
 passant de l'eau de pluye dans l'air, soit souf-  
 trait le commun Sinus d'Incidence, du Verre  
 dans l'air, des Sinus de Refraction; & les ex-  
 cès seront \* 27,  $27\frac{1}{8}$ ,  $27\frac{1}{4}$ ,  $27\frac{1}{3}$ ,  $27\frac{1}{2}$ ,  $27\frac{2}{3}$ ,  $27\frac{5}{6}$ ,  
 28. Or supposé que le Sinus d'Incidence dès

\* pag. 143

Rayons les moins refrangibles soit à leur Sinus de Refraction, en passant de l'eau de pluye dans l'air, comme 3 à 4, vous n'avez qu'à dire, comme 1, difference de ces Sinus, est à 3 Sinus d'Incidence, ainsi 27, le moindre de ces excès mentionnés ci-dessus, est à un quatrième nombre 81; & 81 fera le commun Sinus d'Incidence, de l'eau de pluye dans l'air: de sorte que si vous ajoutez à ce Sinus tous les excès ci-dessus mentionnés, vous aurez les Sinus cherchés des Refractions, sçavoir, 108,  $108\frac{1}{8}$ ,  $108\frac{1}{4}$ ,  $108\frac{1}{3}$ ,  $108\frac{1}{2}$ ,  $108\frac{2}{3}$ , 109.

Par le second Theoreme on trouve la Refraction qui se fait d'un milieu dans un autre, lorsqu'on a les Refractions qui se font de chaqu'un de ces deux milieux dans un troisième: Par exemple, si le Sinus d'Incidence de quelque Rayon passant du Verre dans l'air, est à son Sinus de Refraction comme 20 à 31; & que le Sinus d'Incidence du même Rayon passant de l'air dans l'eau, soit à son Sinus de Refraction comme 4 à 3; le Sinus d'Incidence de ce Rayon passant du Verre dans l'eau, sera à son Sinus de Refraction comme 20 à 31 & 4 à 3 conjointement, c'est à dire, comme le produit de 20 multiplié par 4, est au produit de 31 multiplié par 3, ou comme 80 à 93.

Ces Theoremes une fois admis dans l'Optique, il seroit aisé de traiter cette Science avec beaucoup d'étendue d'une maniere toute nou-

velle, en faisant voir non-seulement qu'elles sont les choses qui tendent à perfectionner la vision, mais encore en déterminant mathématiquement tous les Phenomènes concernant les couleurs, lesquels peuvent être produits par les Refractions: car pour cela il ne faut que trouver les separations des Rayons hétérogènes, leurs divers mélanges, & les proportions qui se trouvent dans chacun de ces mélanges. C'est par cette methode de raisonner, que j'ai trouvé presque tous les Phenomènes décrits dans cet Ouvrage, outre quelques autres moins nécessaires au sujet principal; & par le succès des Experiences que j'ai faites, j'ose assurer que quiconque raisonnera d'abord exactement, & fera ensuite toutes ses Experiences avec de bons Verres, & avec toute la circonspection requise, réussira infailliblement selon son attente. Mais il faut qu'il sçache avant toutes choses, quelles couleurs doivent provenir d'un mélange quelconque de couleurs selon une proportion déterminée.



QUATRIÈME PROPOSITION:

Theoreme III.

On peut par voye de composition faire des couleurs , qui à l'œil seront semblables aux couleurs de Lumiere homogène ; mais non pas par rapport à l'immutabilité de la couleur , & à la constitution réelle de la Lumiere. A mesure que ces couleurs sont plus composées , elles sont à proportion moins vives , & moins foncées ; & par une composition trop forte , elles peuvent être affoiblies & déteintes jusqu'à disparaître absolument , le mélange devenant blanc ou gris. On peut aussi produire , par voye de composition , des couleurs qui ne soient point entièrement semblables à aucune des couleurs de Lumiere homogène.

**C**Ar un mélange de Rouge & de Jaune homogènes, compose un jaune orangé, lequel à l'œil ressemble à l'Orangé , qui dans la suite des couleurs simples représentées par le moyen du Prisme , se trouve entre le Rouge & le Jaunes ; mais par rapport à la refrangibilité, la Lumiere de ce dernier Orangé est homogène , & celle de l'autre est hétérogene : la couleur de l'un , regardée au travers d'un Prisme , reste immuable ; & celle de l'autre change , & se résout en ses couleurs composantes , le Rouge & le Jaune. De même avec des couleurs homogé-

nes voisines, on en peut composer des nouvelles, semblables aux couleurs homogènes intermédiaires. Ainsi le Jaune & le Vert mêlés ensemble, produisent la couleur d'entre deux; & si à cette couleur vous ajoutez du Bleu, il en resultera un Vert qui tiendra le milieu entre les trois couleurs qui entrent dans sa composition. Car si le Jaune & le Bleu sont de part & d'autre en portions égales, ils attirent également le Vert d'entre deux dans la composition, & le tiennent, pour ainsi dire, de telle sorte en équilibre, qu'il ne tire pas plus sur le Jaune d'un côté que sur le Bleu de l'autre, & que par l'action de ces deux couleurs ainsi mêlées, cette composée demeure toujours mitoyenne. A ce Vert mélangé on peut encore ajouter un peu de Rouge & de Violet, auquel cas ce Vert ne disparaîtra point encore, mais deviendra seulement moins vif & moins foncé: & si vous augmentez la quantité du Rouge & du Violet, ce Vert deviendra toujours plus foible, & plus détrempe, jusqu'à ce que par la supériorité des couleurs ajoutées il soit comme éteint, & changé en Blanc, ou en quelque autre couleur. De même, si à la couleur de quelque Lumière homogène que ce soit, on ajoute la Lumière blanche du Soleil, qui est composée de toutes les espèces de Rayons, cette couleur ne s'évanouira point, ni ne changera d'espèce, mais fera plus foible; & à mesure qu'on y ajoutera plus de cette Lumière blanche, elle deviendra toujours

plus foible, & plus délayée. Enfin, si on mêle ensemble le Rouge & le Violet, on Produira selon leurs différentes proportions différens Pourpres, qui à l'œil ne ressemblent à la couleur d'aucune Lumière homogène; & de ces Pourpres mêlés avec le Jaune & le Blanc, on en peut faire d'autres nouvelles couleurs.

---

## CINQUIÈME PROPOSITION.

### Theoreme IV.

*On peut avec des couleurs composer le Blanc & toutes les couleurs grises, entre le Blanc & le Noir: la blancheur de la Lumière du Soleil est composée de toutes les couleurs primitives, mêlées dans une juste proportion.*

*Preuve fondée sur des Experiences.*

**N**EUVIÈME EXPERIENCE. Le Soleil ayant donné dans une Chambre obscure par un petit Trou rond fait dans le Volet d'une Fenêtre, & sa Lumière ayant été rompuë là par un Prisme pour peindre \* sur le Mur opposé l'Image du Soleil *PT*; je tins un morceau de Papier blanc *V*, près de cette Image, en sorte qu'il pût être illuminé par la Lumière colorée qui étoit réfléchie de cet endroit-là, mais sans intercepter aucune partie de cette Lumière dans son passage du Prisme à l'Image. Et je trouva

\* FIG. 5.

que lorsque le Papier étoit plus près d'une couleur que des autres, il paroïssoit teint de la couleur dont il étoit plus près; mais que lorsqu'il étoit à distances égales ou presque égales de toutes les couleurs, de sorte qu'il pouvoit être également illuminé par toutes à la fois, il paroïssoit Blanc. Lorsque ce Papier se trouvoit dans cette dernière situation, si quelques couleurs étoient interceptées, il perdoit aussi-tôt sa couleur blanche, & paroïssoit de la couleur du reste de la Lumiere qui n'avoit pas été interceptée. Ainsi donc ce Papier étoit illuminé d'une Lumiere de diverses couleurs, sçavoir de Rouge, de Jaune, de Vert, de Bleu, & de Violet; & chaque partie de cette Lumiere retenoit sa propre couleur, jusqu'à ce qu'elle fût tombée sur le Papier, & eût été réfléchie de là dans l'œil: de sorte que si une de ces parties eût été seule (le reste de la Lumiere étant intercepté) ou de beaucoup supérieure en quantité au reste de la Lumiere réfléchie de dessus le Papier, elle auroit teint ce Papier de sa propre couleur; & cependant étant mêlée avec le reste des couleurs dans une proportion convenable, elle le faisoit paroître blanc; & par conséquent c'étoit en faisant un composé avec le reste, qu'elle produisoit le Blanc. Les différentes parties de la Lumiere colorée qui est réfléchie de l'Image, retiennent constamment leurs propres couleurs pendant qu'elles se répandent.

dent de là dans l'air ; puisqu'en quelque lieu qu'elles frappent les yeux du Spectateur , elles lui font voir les différentes parties de l'Image sous leurs propres couleurs. Ces différentes parties retiennent donc leurs propres couleurs dans le temps qu'elles tombent sur le Papier *V* ; & c'est par la confusion & le parfait mélange de toutes leurs Couleurs, qu'elles composent la Blancheur de la Lumière réfléchie de dessus ce Papier.

DIXIÈME EXPERIENCE. Que cette Image Solaire *PT* \* tombe maintenant sur la Lentille *MN*, large de plus de quatre pouces , éloignée du Prisme *ABC* environ de six piés, & figurée de telle maniere qu'elle puisse faire que la Lumière colorée , qui sort du Prisme en divergeant , devienne convergente & se réunisse à son Foyer *G* , qui est à environ six ou huit piés de distance de la Lentille ; & qu'elle tombe là perpendiculairement sur un Papier blanc *DE*. Si vous faites mouvoir ce Papier en avant & en arriere , vous verrez que près de la Lentille , comme en *de* , toute l'Image Solaire ( supposé en *pt* , ) paroîtra sur le Papier teinte de couleurs très-fortes , de la maniere qui a été expliquée ci-dessus : mais qu'en le reculant de la Lentille , ces Couleurs se rapprocheront continuellement ; & s'entremêlant de plus en plus , elles s'affoibliront incessamment les unes les autres , jusqu'à ce qu'enfin le Papier parvienne au Foyer *G* , où par

\* Fig. 62

un parfait mélange elles s'évanouïront entièrement, & seront changées en une Couleur Blanche, toute la Lumière paroissant alors sur le Papier comme un petit Cercle blanc. Après quoi si l'on éloigne davantage le Papier de la Lentille, les Rayons qui auparavant étoient convergents, se croiseront dans le Foyer *G*, & allant de-là en divergeant, feront-ils reparoître les Couleurs, mais dans un ordre contraire, supposé en *D* où le Rouge *t* qui auparavant étoit en bas, est maintenant en haut, & le Violet *p*, qui auparavant étoit en haut, est maintenant en bas.

Arrêtons présentement le Papier au Foyer *G*, où la Lumière paroît entièrement Blanche & Circulaire; & considérons-en la blancheur. Je dis que cette Blancheur est composée des Couleurs convergentes: car si une ou plusieurs de ces Couleurs sont interceptées à la Lentille, la Blancheur disparoitra aussi-tôt, & sera changée en une Couleur qui provient du mélange des autres Couleurs non-interceptées. Et si laissant passer ensuite les Couleurs interceptées, on les fait tomber sur cette Couleur composée, elles se mêleront avec elle, & rétabliront la Blancheur par leur mélange. Ainsi, si le Violet, le Bleu & le Verd sont interceptés, le Jaune, l'Orangé & le Rouge qui restent, composeront une espece d'Orangé sur le Papier; & si après cela on laisse passer les Couleurs interceptées, elles tomberont sur cet Orangé composé; &

mêlées avec lui , elles produiront encore du Blanc. De même , si le Rouge & le Violet sont interceptés , le Jaune , le Verd & le Bleu qui restent , composeront une espece de Verd sur le Papier ; après quoi si l'on laisse passer le Rouge & le Violet , ils tomberont sur ce Verd ; & mêlés avec lui , ils produiront encore du Blanc. Or que dans cette composition qui fait le Blanc , les différents Rayons ne souffrent aucun changement dans leurs qualités *colorifiques* en agissant l'un sur l'autre , mais qu'ils soient seulement mêlés ensemble , & qu'ils produisent le Blanc par le mélange de leurs Couleurs , c'est ce qui paroîtra encore davantage par les preuves suivantes.

Si après avoir mis le Papier au delà du Foyer *G* , comme en *De* , on intercepte , & laisse passer alternativement le Rouge , il n'arrivera par là aucun changement au Violet qui reste sur le Papier , comme cela devrait être si les différentes especes de Rayons agissoient mutuellement les uns sur les autres au Foyer *G* , où ils se croisent. Le Rouge qui est sur le Papier , ne sera pas changé non plus , quoi qu'alternativement on intercepte & laisse passer le Violet qui le croise.

Et si mettant le Papier au Foyer *G* , on regarde au travers du Prisme *HIK* , l'Image blanche circulaire en *G* ; & que cette Image transportée par la Refraction du Prisme en *rv* , y paroisse teinte de diverses Couleurs , sçavoir de Violet en *v* , de Rouge en *r* , & d'autres Cou-

leurs dans l'entre-deux : après cela , si à fréquentes reprises on arrête & laisse passer alternativement le Rouge à son entrée dans la Lentille , on le verra disparaître & reparoître en  $r$  autant de fois ; mais le Violet en  $v$  ne souffrira par là aucun changement. De même , si l'on intercepte le Bleu à son entrée dans la Lentille , & qu'on le laisse passer alternativement , le Bleu en  $v$  disparaîtra & reparoîtra autant de fois , sans qu'il arrive aucun changement au Rouge en  $r$ . Donc le Rouge dépend d'une certaine espee de Rayons , & le Bleu d'une autre-espee , lesquels au Foyer  $G$ , où ils sont mêlés ensemble , n'agissent point l'un sur l'autre. Il en est de même des autres Couleurs.

Je considerai de plus , que lorsque les Rayons les plus refrangibles  $Pp$  , & les moins refrangibles  $Tt$  , sont par convergence inclinés l'un à l'autre , si l'on tenoit le Papier fort oblique à ces Rayons dans le Foyer  $G$  , il pourroit réfléchir une de ces deux especes de Rayons en plus grande abondance qu'il ne réfléchiroit l'autre ; & que par ce moyen la Lumière réfléchie seroit teinte dans ce Foyer de la Couleur des Rayons prédominants , pourvû que ces Rayons retinssent chacun leurs Couleurs , ou qualités colorifiques dans le Blanc composé qu'ils produisent dans ce Foyer-là. Car s'ils ne les retenoient point dans ce Blanc-là ; mais que chaque espee de Rayons en particulier vint à y prendre

une disposition propre à exciter en nous le sentiment de Blanc, ils ne pourroient plus perdre leur blancheur par ces fortes de réflexions. J'inclinai donc fort obliquement le Papier aux Rayons, comme dans la seconde Experience de cette Partie, afin que les plus refrangi- bles pussent être réfléchis en plus grande abon- dance que les autres; & bien-tôt la Blancher se changea successivement en Bleu, Indigo, & Violet. Après cela, j'inclinai le Papier du côté opposé, afin que les Rayons les moins refrangi- bles se trouvassent dans la Lumiere réfléchié, en plus grande quantité que les autres; & la Blancher se changea successivement en Jaune, Orangé, & Rouge.

Enfin, je fis un \* Instrument *XY* en forme \* FIG. 6. de Peigne, dont les Dents au nombre de seize, avoient environ un pouce & demi de large, les intervalles des Dents comprenant environ deux pouces. Après quoi interposant successivement les Dents de cet Instrument tout auprès de la Lentille, j'interceptai une partie des Couleurs par le moyen de la Dent interposée, tandis que les autres Couleurs passant à travers les intervalles de cette Dent à ses voisines, alloient tomber sur le Papier *DE*, & y peignoient une Image Solaire de figure ronde. D'abord j'avois placé le Papier de telle maniere que l'Image pût paroître Blanche toutes les fois qu'on retireroit le Peigne; après quoi, le Peigne étant interposé comme il vient

d'être dit, il arrivoit qu'à cause de la partie des Couleurs interceptées tout près de la Lentille, cette Blancher se changeoit toujours en une Couleur composée des Couleurs qui n'étoient pas interceptées ; & par le mouvement du Peigne cette Couleur varioit continuellement, de sorte que chaque Dent passant à son tour par dessus la Lentille, toutes ces Couleurs, le Rouge, le Jaune, le Verd, le Bleu, & le Pourpre, se succedoient toujours l'une l'autre. Je fis donc passer successivement toutes les Dents sur la Lentille ; & lorsqu'elles passoient lentement, on voyoit une perpetuelle succession de Couleurs sur le Papier. Mais si je faisois passer ces dents si rapidement que les Couleurs ne pussent point être distinguées l'une de l'autre à cause qu'elles se succedoient trop vite, chacune de ces Couleurs disparoissoit entièrement. On ne voyoit plus ni Rouge, ni Jaune, ni Verd, ni Bleu, ni Pourpre : mais du mélange confus de toutes ces Couleurs il n'en provenoit qu'une seule d'un Blanc uniforme ; & cependant nulle partie de la Lumière, que le mélange de toutes ces Couleurs faisoit alors paroître Blanche, n'étoit réellement Blanche. Une partie étoit rouge, l'autre jaune, une troisième verte, une quatrième bleuë, & une cinquième pourpre. Ainsi chaque partie retient sa propre couleur jusqu'à ce qu'elle vienne à frapper le *Sensorium*. Si les impressions s'entre-suivent assez lente,

ment pour pouvoir être apperçûës chacune à part, il se fait une sensation distincte de toutes les couleurs l'une après l'autre dans une succession continuelle. Mais si les impressions se suivent si promptement qu'elles ne puissent point être apperçûës chacune à part, il résulte de toutes ensemble une sensation commune qui n'est d'aucune couleur en particulier, mais qui participe indifféremment de toutes; & c'est une sensation de Blancher. La rapidité des successions fait que les impressions des différentes couleurs sont confonduës dans le *Sensorium*; & cette confusion produit une sensation mixte. Si un Charbon allumé est rapidement agité en rond par des tournoyements continuellement répétés, on voit un Cercle entier qui paroît tout de feu; & la raison de cela, c'est que le sentiment qu'excite le Charbon ardent dans les différentes parties de ce Cercle, reste imprimé sur le *Sensorium* jusqu'à ce que le Charbon revienne encore au même endroit. Ainsi lorsque les Couleurs s'entre-suivent avec une extrême rapidité, l'impression de chaque couleur reste dans le *Sensorium*, jusqu'à ce qu'une révolution de toutes les Couleurs soit achevée, & que la première Couleur revienne encore; de sorte que les impressions de toutes les Couleurs qui s'entre-suivent si rapidement, se trouvent toutes à la fois dans le *Sensorium*, & y excitent conjointement une sensation commune de toutes

ces Couleurs. Il est donc évident par cette Expérience, que les impressions de toutes les Couleurs étant mêlées & comme confonduës ensemble, excitent & produisent une sensation de Blanc, c'est-à-dire, que la Blancher est composée de toutes les Couleurs mêlées ensemble.

Si maintenant nous retirons le Peigne, pour que toutes les Couleurs puissent passer à la fois, de la Lentille au Papier, y être mêlées, & être delà réfléchies ensemble aux yeux des Spectateurs; leurs impressions sur le *Sensorium* étant alors plus finement & plus parfaitement entre-mêlées, y doivent exciter une plus forte sensation de blancheur.

\* FIG. 7. Au lieu d'une Lentille vous pouvez employer deux Prismes \* *HIK*, & *LMN*, lesquels rompant la Lumière colorée en un sens contraire à celui de la première Refraction, peuvent faire que les Rayons de divergents qu'ils étoient, deviennent convergents, & se réunissent en *G*, comme on le voit représenté dans la *Septième Figure*. Car dans l'endroit où les Rayons s'unissent & se mêlent ensemble, ils composent une Lumière blanche, tout de même que lorsqu'on se sert d'une Lentille.

\* FIG. 8. ONZIÈME EXPERIENCE. Que l'Image colorée *PT*\* du Soleil tombe sur le Mur d'une Chambre obscure, comme dans la Troisième Expérience de la Première Partie; & qu'on la regarde au travers d'un Prisme *abc*, tenu paral-

lele

Telle au Prisme  $ABC$  qui a formé cette Image par voye de refraction : de sorte qu'à travers ce second Prisme elle paroisse dans un endroit plus bas qu'auparavant, comme en  $S$  vis-à-vis de la Couleur Rouge  $T$ . Cela fait, si vous vous approchez de l'Image  $PT$ , le Spectre  $S$  paroitra oblong & coloré comme l'Image  $PT$ ; mais si vous vous en éloignez, les Couleurs du Spectre  $S$  se resserreront de plus en plus, & enfin s'évanouiront absolument, le Spectre  $S$  devenant parfaitement Rond & Blanc : & si vous vous en éloignez encore davantage, les Couleurs reparoîtront, mais dans un ordre contraire. Or le Spectre  $S$  paroît Blanc lorsqu'il arrive que les Rayons de différentes especes, qui de divers endroits de l'Image  $PT$  convergent vers le Prisme  $abc$ , souffrent de la part de ce dernier Prisme des Refractions si inégales, qu'en passant du Prisme à l'œil, ils divergent d'un seul & même Point du Spectre  $S$ , & par cela même tombent sur un seul & même Point de l'œil, où ils sont mêlés & confondus ensemble.

De plus, si l'on se sert ici du Peigne, & que les Couleurs de l'Image  $PT$  soient interceptées successivement par les Dents de ce Peigne ; le Spectre  $S$  sera continuellement teint de Couleurs *successives* lorsque le Peigne se mouvra lentement. Mais si en accelerant le mouvement du Peigne les Couleurs se succedent si

rapidement qu'on ne puisse les voir chacune à part ; une sensation mêlée & confuse de toutes ces Couleurs, fera que le Spectre paroîtra Blanc.

DOUZIÈME EXPERIENCE. Le Soleil donnant au travers d'un large Prisme \* *ABC* sur un Peigne *XY*, placé immédiatement derrière le Prisme, je fis tomber la Lumière qui passoit au travers des Interstices des Dents, sur un Papier blanc *DE*. Les Dents du Peigne éga-loient en largeur leurs Interstices ; & sept de ces Dents avec leurs Interstices, contenoient un pouce en largeur. Lorsque le Papier étoit à environ deux ou trois pouces de distance du Peigne, la Lumière qui passoit par les différents Interstices, peignoit tout autant de rangs de couleurs *kl, mn, op, qr*, &c. lesquels étoient parallèles l'un à l'autre, contigus, & sans aucun mélange de Blanc. Et lorsque le Peigne étoit mis sans interruption de haut en bas, & de bas en haut, ces Rangs de Couleurs descendoient & montoient sur le Papier. Mais lorsque le mouvement du Peigne étoit si prompt que les Couleurs ne pouvoient pas être distinguées l'une de l'autre, tout le Papier paroissoit blanc ; parce que ces Couleurs étoient mêlées & confonduës ensemble dans le lieu des sensations.

Maintenant si vous arrêtez le Peigne, & que vous reculiez davantage le Papier d'auprès du Prisme, vous verrez les divers Rangs

de Couleurs s'étendre & se dilater en rentrant de plus en plus l'un dans l'autre : & par le mélange de leurs Couleurs s'affoiblir réciproquement ; & enfin lorsque le Papier sera à environ un pié de distance du Peigne, ou un peu plus (supposez dans l'endroit  $2 D 2 E$ ) les Couleurs s'affoibliront si fort l'une l'autre qu'elles en deviendront blanches.

Arrêtons ensuite par quelque Obstacle la Lumière qui passe au travers d'un des Interstices des Dents, quel qu'il soit, de sorte que le Rang des Couleurs qui vient de là, soit ôté : vous verrez que la Lumière des autres Rangs se répandra dans l'endroit du Rang qu'on a ôté, & y fera colorée. Si après cela vous laissez passer comme auparavant le Rang qui avoit disparu, sa Couleur tombant sur les Couleurs des autres Rangs, & se mêlant avec elles, fera reparoître le Blanc.

Soit maintenant le Papier  $2 D 2 E$  fort incliné aux Rayons incidents, de telle sorte que les Rayons les plus refrangibles puissent être réfléchis en plus grande quantité que les autres ; & dès-là, la Couleur blanche du Papier sera changée par l'excès de ces Rayons, en une Couleur bleuë & violette. Après cela, soit le Papier autant incliné du côté opposé pour que les Rayons les moins refrangibles soient réfléchis en plus grande quantité que les autres ; & dès-là, la Blancher se changée par leur excès.

164 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
 en une Couleur jaune & rouge. Donc dans  
 cette Lumière blanche les différents Rayons  
 retiennent leurs qualités colorifiques, par les-  
 quelles les Rayons de quelque espèce qu'ils  
 soient, venant à être plus abondants que le reste,  
 font paroître dès-lors leur propre Couleur en  
 vertu de leur excès & de leur supériorité.

Par le même raisonnement appliqué à la  
 troisième Expérience de cette seconde Partie,  
 on peut conclure que la Couleur blanche de  
 toute Lumière rompuë, est composée de diffé-  
 rentes Couleurs dès sa première émergence où  
 elle paroît tout aussi blanche qu'avant son Inci-  
 dence.

TREIZIÈME EXPERIENCE. Dans l'Ex-  
 périence précédente les différents Interstices  
 des Dents du Peigne font la fonction d'autant  
 de Prismes, chaque Interstice produisant le  
 Phénomène que produiroit un Prisme. C'est  
 pourquoi employant différents Prismes au lieu  
 de ces Interstices, j'essayai de composer du  
 Blanc en mêlant les Couleurs qui provenoient  
 de ces Prismes: ce que je fis avec trois Prismes  
 seulement, & même quelquefois en n'en em-  
 ployant que deux, comme dans l'Expérience  
 que voici. Que deux Prismes \* *ABC*, & *abc*,  
 dont les Angles réfringents *B* & *b* sont égaux,  
 soient placés parallèlement l'un à l'autre de telle  
 sorte que l'Angle réfringent *B* de l'un des Pris-  
 mes touche l'Angle *a* qui est à la base de l'au-

& occuper tout le reste de l'Espace entre  $P$  &  $N$ . Si les Rayons les moins réfrangibles venant du Prisme supérieur, occupent l'Espace  $MT$ , les Rayons de la même Espece qui viennent de l'autre Prisme, doivent commencer en  $T$ , & occuper l'Espace restant  $TN$ . Si parmi les Rayons qui ont des degrés mitoyens de réfrangibilité, & qui viennent du Prisme supérieur, une espece se répand sur l'Espace  $MQ$ , une autre sur l'Espace  $MR$ , & une troisième sur l'Espace  $MS$ ; les mêmes sortes de Rayons venant du Prisme inférieur, doivent illuminer respectivement les Espaces restans  $QN$ ,  $RN$ ,  $SN$ . Et ce que je dis là, doit être appliqué à toutes les autres Espèces de Rayons. Car par ce moyen les Rayons de chaque Espece, seront dispersés d'une maniere uniforme & égale sur tout l'Espace  $MN$ ; & étant ainsi mêlés par tout dans la même proportion, ils doivent produire partout la même Couleur. Puis donc que par ce mélange ils produisent du Blanc dans les Espaces extérieurs  $MP$  &  $TN$ , ils doivent aussi produire du Blanc dans l'Espace intérieur  $PT$ . Voilà le fondement de la composition qui a produit la Blancher dans cette Expérience: & quelque autre moyen que j'aye employé pour faire une pareille composition, il en a toujours résulté du Blanc.

Enfin, si avec les Dents d'un Peigne d'une grandeur convenable, on intercepte alternati-

vement les Lumieres colorées des deux Prismes, lesquelles tombent sur l'Espace *PT*; il arrivera toujours que, si l'on fait mouvoir le Peigne lentement, cet Espace *PT* paroîtra coloré: mais que si l'on accelere si fort le mouvement du Peigne qu'on ne puisse point distinguer la succession des Couleurs, il paroîtra Blanc.

QUATORZIEME EXPERIENCE. Jusqu'ici j'ai produit du Blanc en mêlant les Couleurs des Prismes. Maintenant pour mêler les Couleurs des corps Naturels, prenez de l'Eau un peu épaissie avec du savon, & agitez-la jusqu'à ce qu'elle s'éleve en écume. Après que cette Ecume sera un peu reposée, vous n'avez qu'à la regarder attentivement, & vous verrez partout diverses Couleurs sur la surface des différentes Bulles dont cette Ecume est composée. Mais à qui s'en éloignera au point de ne pouvoir pas distinguer les Couleurs l'une de l'autre, toute l'Ecume lui paroîtra blanche, d'un Blanc parfait.

QUINZIEME EXPERIENCE. Enfin essayant de composer du Blanc en mêlant ensemble les Poudres colorées dont se servent les Peintres, j'ai observé que toutes les Poudres colorées suppriment & éteignent au dedans d'elles-mêmes une partie considerable de la Lumiere dont elles sont illuminées. Car elles deviennent colorées en réfléchissant la Lumiere de leur propre couleur en plus grande quantité, & celle

des autres Couleurs en moindre quantité ; cependant elles ne réfléchissent pas la Lumiere de leurs propres Couleurs en si grande abondance que le font les Corps blancs. Si , par exemple , on expose de la Mine de Plomb rouge , & un Papier blanc à la Lumiere rouge du Spectre coloré qu'on aura formé dans une Chambre obscure par la Refraction d'un Prisme, comme il a été décrit dans la *Troisième Experience* de la *Premiere Partie* ; le Papier paroîtra plus lumineux que la Mine : & par conséquent il réfléchit les Rayons qui font le Rouge , en plus grande abondance que ne fait la Mine. Et si on les tient exposés à la Lumiere de quelque autre Couleur , la Lumiere réfléchie par le Papier surpassera dans une beaucoup plus grande proportion la Lumiere qui sera réfléchie par la Mine. Il en est de même à l'égard des Poudres de toutes autres couleurs : & par conséquent nous ne devons point attendre que le mélange de ces sortes de Poudres produise un Blanc clair & net , comme celui du Papier ; mais seulement un Blanc sombre & obscur , tel que peut produire un mélange de Lumiere & d'Obscurité , ou de Blanc & de Noir , c'est-à-dire , une espece de Gris ou de Brun , ou de Roussâtre telle qu'est la Couleur des ongles de l'Homme , celle des Souris , des Cendres , des Pierres ordinaires , du Mortier , de la Poussiere , de la Bouë dans les grands Chemins,

Chemins, & de telles autres choses. J'ai souvent composé cette espèce de Blanc obscur par le mélange de Poudres colorées. Ainsi ayant mis ensemble une partie de Mine de Plomb rouge, & cinq parties de Verd-de-gris, j'en composai une Couleur Brune, semblable à celle d'une Souris. Car ces deux Couleurs prises à part, étoient composées des autres Couleurs à tel point qu'étant mises ensemble, elles faisoient un mélange de toutes les Couleurs: j'employai moins de Mine de Plomb que de Verd-de-gris; parceque la Couleur de la Mine de Plomb est beaucoup plus éclatante. De plus, avec une partie de Mine de Plomb & quatre parties de Cendre Bleuë, je composai une Couleur Brune tirant un peu sur le Pourpre; & ayant ajoûté à cela un certain mélange d'Orpiment & de Verd-de-gris dans une juste proportion, cette Couleur perdit sa teinture de Pourpre, & devint parfaitement brune d'un Brun clair. Mais l'Expérience réussit beaucoup mieux sans Mine de Plomb, de la maniere que je vais l'exposer. A l'Orpiment j'ajoûtai peu à peu d'un certain Pourpre vif & éclatant dont les Peintres ont accoûtumé de se servir, jusqu'à ce que l'Orpiment cessa d'être Jaune, & devint Rouge-pale. Je commençai alors à detremper ce Rouge en y mêlant un peu de Verd-de-gris, & un peu plus d'Azur, jusqu'à ce qu'il parut d'un tel Gris ou Blanc-pale, qu'il n'ap-

prochoit pas plus de l'une des susdites Couleurs que de l'autre. Car par là le Tout prit la Couleur d'un Blanc pareil à celui des Cendres, ou du Bois fraîchement coupé, ou de la Peau de l'Homme. Comme l'Orpiment réfléchissoit plus de Lumière qu'aucune des autres Poudres, il contribuoit plus que le reste à la Blancheur de cette Couleur composée ; parceque les Poudres de la même espece, ont différents degrés de bonté, il est assez difficile d'en assigner exactement les proportions. Mais selon que la Couleur d'une Poudre est plus ou moins foncée & lumineuse, il faut en l'employant, en diminuer ou augmenter la doze.

Or comme ces Couleurs grises & brunes peuvent être aussi produites par un mélange de Blanc & de Noir, & qu'elles ne diffèrent point par conséquent du Blanc parfait par l'espece des couleurs, mais seulement par le degré de leur clarté : il est évident que pour les rendre parfaitement blanches, il n'est besoin que d'en augmenter suffisamment l'eclat ; & au contraire, si en les rendant plus lumineuses on peut les porter à un parfait degré de blancheur, on pourra aussi conclure de-là, que ces Couleurs sont en effet de la même espece de couleur que les Blancs les plus parfaits ; & qu'ils n'en diffèrent que par la quantité de Lumiere. C'est dequoi j'eus occasion de me convaincre par l'Experience que voici. Ayant pris

un tiers du dernier mélange gris , mentionné ci-dessus , ( je veux dire celui qui étoit composé d'Orpiment , de Pourpre , de Cendre bleüe , & de Verd-de-gris ) j'en mis une couche assez épaisse sur le Plancher de ma Chambre, dans l'endroit où le Soleil donnoit au travers d'une Fenêtre ouverte ; & je plaçai dans l'ombre , tout auprès de cet Enduit , un morceau de Papier blanc de la même grandeur. Après quoi reculant à 12. ou 18. piés de distance de là , jusqu'à ce que je ne pûsse plus discerner l'inégalité de la surface de la Poudre, ni les petites ombres que produisoient ses particules graveleuses, cette Poudre me parut d'un Blanc si éclatant , qu'il surpassoit même celui du Papier , surtout si le Papier étoit un peu ombragé par l'interception de la Lumiere réfléchie par les Nuées ; & en ce cas-là , le Papier comparé à la Poudre, paroissoit d'un Gris pareil à celui dont la Poudre avoit paru auparavant. Mais en mettant le Papier dans un endroit où le Soleil donne à travers les vitres de la Fenêtre , ou en fermant la Fenêtre pour que le Soleil donne sur les Poudres au travers des Vitres , ou bien en augmentant ou diminuant par tel autre moyen , la Lumiere qui illumine les Poudres & le Papier ; on peut rendre la Lumiere qui illumine les Poudres , plus forte que celle qui éclaire le Papier , dans une proportion si juste que les Poudres & le Papier

paroîtront d'un degré de Blancheur absolument égal. Car dans le temps que je faisois cette Expérience, un Ami m'étant venu voir, je l'arrêtai à la porte de la Chambre; & avant que de lui rien dire des Couleurs qu'on voyoit sur le Plancher, ni du Papier qui étoit auprès, ni de ce que je me proposois de faire, je lui demandai lequel de ces deux Blancs étoit le meilleur, & en quoi ils différoient l'un de l'autre: & après qu'il les eut regardés attentivement à cette distance, il me répondit, que c'étoient deux fort bons Blancs; & qu'il ne pouvoit point déterminer lequel étoit le meilleur, ni ce qui en faisoit la différence. Or si l'on considère que le Blanc de la Poudre exposée au Soleil, étoit composé des Couleurs, que les Poudres composantes, (savoir l'Orpiment, le Pourpre, la Cendre bleuë, & le Verd-de-gris) ont chacune à part lorsqu'elles sont exposées au même Soleil; on doit nécessairement conclure de cette Expérience, aussi-bien que de la précédente, que différentes Couleurs mêlées ensemble peuvent faire un Blanc parfait.

De ce que je viens de dire, il s'ensuit évidemment encore, que la Lumiere du Soleil est composée de toutes les Couleurs que les différentes especes de Rayons qui forment cette Lumiere, donnent au Papier ou à tout autre Corps blanc sur lequel ils tombent, lorsqu'ils sont séparés l'un de l'autre par leurs différentes

refrangibilités. Car ces Couleurs ( par la SECONDE PROPOSITION ) sont inalterables; & toutes les fois que tous ces Rayons avec leurs Couleurs sont de nouveau mêlés ensemble, ils reproduisent la même Lumiere blanche qu'au paravant.

SIXIEME PROPOSITION:

Problème II.

*Dans un mélange de Couleurs primitives, la quantité & la qualité de chaque Couleur étant données, connoître la Couleur du Composé.*

**D**U Centre \* O, & de l'Intervale OD, \* FIG. 13. soit décrit un Cercle ADF; & soit sa circonférence distinguée en sept Parties, DE, EF, FG, GA, AB, BC, CD, proportionnelles aux sept tons de Musiques, ou aux Intervalles des huit sons contenus dans une Octave, Sol, la, fa, sol, la, mi, fa, sol, c'est-à-dire, proportionnelles aux Nombres  $\frac{1}{9}, \frac{1}{16}, \frac{1}{10}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}, \frac{1}{15}, \frac{1}{9}$ . Que la première Partie DE représente le Rouge; la seconde EF, l'Orangé; la troisième FG, le Jaune; la quatrième GA, le Vert; la cinquième AB, le Bleu; la sixième BC, l'Indigo; & la septième CD, le Violet. Imaginez que ce sont là toutes les Couleurs de Lumiere simple, qui par degrés passent l'une dans l'autre, comme lors-

qu'elles sont séparées par des Primes; la circonférence  $DEFGABCD$  représentant toute la suite des Couleurs depuis un bout de l'Image colorée du Soleil jusqu'à l'autre: de sorte que depuis  $D$  jusqu'en  $E$ , ce soient tous les degrés du Rouge, & en  $E$  la Couleur moyenne entre le Rouge & l'Orangé; depuis  $E$  jusqu'en  $F$ , tous les degrés de l'Orangé, & en  $F$  la Couleur moyenne entre l'Orangé & le Jaune; depuis  $F$  jusqu'en  $G$ , tous les degrés du Jaune; & ainsi de suite. Soit  $p$  le centre de gravité de l'Arc  $DE$ ; &  $q, r, s, t, u, x$ , les Centres de gravité des Arcs  $EF, FG, GA, AB, BC, & CD$  respectivement: & soient décrits, autour de ces Centres de gravité, des Cercles proportionnels au nombre de Rayons de chaque Couleur dans le mélange donné, c'est-à-dire, le Cercle  $p$  proportionnel au nombre des Rayons qui font le Rouge dans ce mélange; le Cercle  $q$  proportionnel au nombre des Rayons qui font l'Orangé dans ce mélange; & ainsi du reste. Trouvez, après cela, le centre commun de gravité de tous ces Cercles  $p, q, r, s, t, u, x$ . Soit ce centre  $Z$ : alors tirant du centre du Cercle  $ADF$  par ce point  $Z$ , une ligne droite  $OY$  jusqu'à la circonférence; la place du point  $Y$  sur cette circonférence, fera voir quelle est la Couleur qui doit provenir de la composition de toutes les Couleurs dans le mélange donné; & la Ligne  $OZ$  sera proportionnelle à la plénitude ou

à la force de cette Couleur, c'est-à-dire, à son éloignement de la Couleur blanche : par exemple, si *Y* tombe sur le milieu entre *F* & *G*, la Couleur composée fera le meilleur Jaune; si *Y* s'éloignant du point du milieu, tend vers *F* ou vers *G*, la Couleur composée fera conséquemment un Jaune tirant sur l'Orangé ou sur le Vert. Si *Z* tombe sur la circonférence, la Couleur sera forte & vive au plus haut degré : s'il tombe à mi-chemin du Centre à la circonférence, la Couleur sera moitié moins forte, c'est-à-dire que ce sera une Couleur semblable à celle qui resulteroit du Jaune le plus vif, mêlé avec une égale quantité de Blanc : & s'il tombe sur le centre *O*, la Couleur ayant perdu toute sa force, sera changée en Blanc. Mais il est à noter que si le Point *Z* tombe sur la Ligne *OD*, ou tout auprès, le Rouge & le Violet étant en ce cas-là les principaux Ingrédients, la Couleur composée ne sera aucune des Couleurs *prismatiques* ; mais un Pourpre tirant sur le Rouge ou le Violet, selon que le Point *Z* sera d'un côté de la Ligne *DO* vers *E*, ou de l'autre vers *C*; & dans l'un & l'autre cas le Violet composé aura plus de feu & d'éclat que le Simple. D'ailleurs, si on mêle seulement deux des Couleurs primitives, qui dans le Cercle sont opposées l'une à l'autre, & cela dans une proportion égale, le point *Z* tombera bien sur le centre *O* : cependant la Couleur composée de

ces deux-là, ne fera pas parfaitement blanche, mais foible & anonyme. Car en ne mêlant ensemble que deux Couleurs primitives je n'ai encore jamais pû faire un vrai Blanc. De sçavoir si l'on pourroit le faire de trois Couleurs primitives, prises à égales distances dans la circonférence, c'est ce que j'ignore: cependant je ne doute presque point qu'on ne puisse faire du Blanc par le mélange de quatre ou cinq Couleurs. Mais ce sont là des curiosités qui ne contribuent que peu, ou point du tout à l'intelligence des Phénomènes de la Nature. Car dans tous les Blancs que la Nature produit, il y a ordinairement un mélange de toutes sortes de Rayons; & par conséquent une composition de toutes les Couleurs.

Pour donner un Exemple de cette Règle; supposez qu'une Couleur soit composée des Couleurs homogènes que je vais nommer: de Violet une partie, d'Indigo une partie, de Bleu deux parties, de Vert trois, de Jaune cinq, d'Orangé six, & de Rouge dix. Je décris les Cercles  $x, u, t, f, r, q, p$ , proportionnels à ces parties respectivement, c'est-à-dire, de telle manière que si le Cercle  $x$  est un, le Cercle  $u$  soit un, le Cercle  $t$  deux, le Cercle  $f$  trois, & les Cercles  $r, q, & p$  cinq, six, & dix. Ensuite, je trouve le Centre commun de gravité  $Z$  de tous ces Cercles; & tirant par le point  $Z$  la Ligne  $OY$ , le Point  $Y$  tombe sur la circonférence en-

entre  $E$  &  $F$ , un peu plus près d' $E$  que de  $F$ ; d'où je conclus que la Couleur composée de ces Couleurs simples, sera un Orangé tirant un peu plus sur le Rouge que sur le Jaune. Je trouve aussi que  $OZ$  est un peu moins que la moitié de  $OY$ ; & de là j'infere que cet Orangé a un peu moins que la moitié de la plénitude ou de la force d'un Orangé simple : je veux dire que c'est un Orangé tel que l'Orangé qui doit provenir du mélange d'un Orangé homogène avec un bon Blanc, suivant la proportion qu'a la Ligne  $OZ$  avec la Ligne  $ZY$ ; proportion qui n'est pas fondée sur la quantité des Poudres d'Orangé & de Blanc mêlées ensemble, mais sur la quantité de la Lumière qui en est réfléchie.

Quoique cette Règle ne soit pas d'une justesse mathématique, je croi que pour la pratique elle est assez exacte; & la vérité en peut être suffisamment prouvée à l'œil, si l'on arrête quelque couleur que ce soit, à son entrée dans la Lentille, conformément à la *Dixième Expérience* de la seconde Partie de ce Livre. Car les autres Couleurs qui sans être arrêtées passent jusqu'au Foyer de la Lentille, y composeront, ou exactement, ou à fort peu de chose près, la Couleur qui par cette Règle doit résulter de leur mélange.

## SEPTIEME PROPOSITION:

## Theoreme V.

*Toutes les Couleurs du monde, je veux dire celles qui sont produites par la Lumière, & ne dépendent point du pouvoir de l'Imagination; sont, ou les Couleurs des Rayons homogenes, ou des composés de ces Rayons; & cela, ou exactement, ou à peu de chose près, selon la Regle du Problème précédent.*

**C**AR il a été prouvé (PROPOS. I. Part. 2.) que les changements de Couleurs, faits par les Refractions, ne procedent d'aucune nouvelle modification des Rayons, qui leur soit imprimée par ces Refractions, ni de la différente maniere dont la Lumière & l'Ombre sont terminées, comme tous les Philosophes l'ont crû jusqu'ici. On a encore prouvé que les différentes Couleurs des Rayons homogenes, répondent constamment à leurs différents degrés de refrangibilité (PROPOS. I. Part. 1. & PROPOS. II. Part. 2.) & que leurs degrés de refrangibilité, ne sauroient être changés ni par les refractions, ni par les Reflexions (PROPOS. II. Part. 1.); & par consequent que leurs Couleurs sont pareillement inalterables. On a aussi prouvé d'une maniere directe, en faisant rompre & réfléchir des Rayons homogenes séparément, que leurs

Couleurs ne sauroient être changées (PROPOS. II. Part. 2.) On a prouvé de plus que, lorsque les différentes especes de Rayons sont mêlées ensemble, & qu'ils passent, en se croisant, au travers d'un même espace, ils n'agissent point l'un sur l'autre de telle maniere qu'ils changent les qualités colorifiques l'un de l'autre (EXPERIENCE X. Part. 2.); mais qu'en mêlant leurs actions dans le *Sensorium*, ils excitent une sensation différente de celles que les uns ou les autres produiroient séparément, c'est-à-dire, une sensation d'une couleur moyenne entre leurs Couleurs propres; & qu'en particulier, lorsque du concours & du mélange de routes sortes de Rayons il résulte une couleur blanche, le Blanc est un mélange de toutes les Couleurs que tous les Rayons auroient eû chacun à part, PROPOS. V. Part. 2. Dans ce mélange les Rayons ne perdent ni n'altèrent point leurs différentes qualités colorifiques: mais toutes leurs différentes sortes d'actions se trouvant mêlées dans le *Sensorium*, elles y excitent une sensation d'une Couleur moyenne entre toutes leurs Couleurs, laquelle est le Blanc. Car le Blanc tient le milieu entre toutes les Couleurs, participant à toutes indifféremment: de sorte qu'il reçoit avec une égale facilité la teinture de chacune de ces Couleurs. Une Poudre rouge, mêlée avec un peu de Poudre bleüe, ne perd pas d'abord sa Couleur, non plus qu'une

Poudre bleuë , mêlée avec un peu de Poudre rouge : mais si une Poudre blanche est mêlée avec quelque Couleur que ce soit , elle prend d'abord la teinture de cette Couleur , & est également capable d'être teinte en toute autre Couleur. On a fait voir aussi , que , comme la Lumière du Soleil est composée de toutes les especes de Rayons , de même sa Blancheur est un mélange des Couleurs de toutes les especes de Rayons , ces Rayons ayant dès le commencement leurs différentes qualités colorifiques , aussi-bien que leurs différentes refrangibilités , & les conservant toujourns immuables , quelques Refractions ou Réflexions qu'ils souffrent en quelque temps que ce soit : lorsqu'une espece de Rayons Solaires est séparée des autres par quelque moyen que ce soit ( comme par Réflexion dans la neuvième & la dixième Expérience de la *Part. 1.* ou par Refraction , ce qui arrive dans toutes les Refractions ) les Rayons de cette espece-là manifestent alors leurs propres Couleurs. Toutes ces choses , dis-je , ont été prouvées ; & ce qui en résulte établit la Proposition qui doit être prouvée ici. Car si la Lumière du Soleil est mêlée de différentes especes de Rayons , qui originaiement aient chacun leurs différentes refrangibilités & qualités colorifiques , & qui malgré leurs Refractions ou Réflexions , leurs séparations ou mélanges , conservent toutes ces propriétés originales sans

la moindre alteration ; il suit delà, que toutes les Couleurs qui existent dans la Nature, sont en effet telles que les doivent produire constamment les Qualités colorifiques & originales des Rayons dont est composée la Lumiere qui rend ces Couleurs visibles. Et par conséquent, si l'on demande la cause de quelque Couleur que ce soit, il ne faut que considérer comment les Rayons de la Lumiere Solaire ont été séparés les uns des autres, ou mêlés ensemble, par Reflexion, Refraction, ou autres causes ; ou bien trouver par quelque autre moyen quelles sortes de Rayons entrent dans la composition de la Lumiere qui produit cette-Couleur-là, & en quelle proportion ; après quoi il faut voir par le moyen du dernier Problème, quelle est la Couleur qui doit provenir du mélange de ces Rayons, ou de leurs Couleurs, fait selon cette proportion. Au reste, je ne parle ici des Couleurs qu'entant qu'elles procedent de la Lumiere. Car il y en a qui tirent leur origine d'ailleurs, comme lorsque par le pouvoir de l'Imagination nous voyons des Couleurs en songe, ou qu'un Frenetique voit devant lui ce qui n'y est point ; ou lorsque nous voyons du feu en recevant un coup sur l'œil, ou que pressant le coin d'un de nos yeux, & regardant du côté opposé, nous voyons des couleurs semblables à ces lunules en forme d'yeux qui tapissent la queue du Paon. Par tout où ces

182 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
 causes & autres pareilles n'interviennent point, la Couleur répond toujours à l'Espece ou aux Especes de Rayons qui composent la Lumiere, comme je l'ai trouvé constamment dans tous les Phenomenes des Couleurs que j'ai eû moyen jusqu'ici d'examiner. C'est dequoi je vais donner des exemples dans les Propositions suivantes, en expliquant les Phénomènes les plus remarquables.

## HUITIÈME PROPOSITION,

### Problème III.

*Rendre raison par les Propriétés de la Lumiere découvertes ci-dessus, des Couleurs produites par des Prismes.*

\* FIG. 12.

**S**OIT \*  $ABC$  un Prisme qui rompe la Lumiere du Soleil, introduite dans une Chambre obscure par un Trou  $F\phi$  presque aussi large que le Prisme : & soit  $MN$  un Papier blanc sur lequel soit jettée la Lumiere rompuë : soit supposé que les Rayons les plus refrangibles, ou producteurs du Violet le plus foncé, tombent sur l'Espace  $P\pi$ ; les Rayons les moins refrangibles, ou producteurs du Rouge le plus foncé, sur l'Espace  $T\tau$ ; ceux qui tiennent le milieu entre les Rayons producteurs de l'Indigo & les Rayons producteurs du Bleu, sur

sur l'Espace  $Q\chi$ ; l'Espece moyenne des Rayons producteurs du Vert, sur l'Espace  $R\rho$ ; ceux qui tiennent le milieu entre les Rayons producteurs du Jaune & les Rayons producteurs de l'Orangé, sur l'Espace  $S\sigma$ ; & les autres especes de Rayons intermediats, sur les Espaces intermediats. Car par ce moyen les Espaces sur lesquels les differentes especes de Rayons tombent pleinement, seront l'un plus bas que l'autre, à cause de la différente refrangibilité de ces diverses sortes de Rayons. Or si le Papier  $MN$  est si près du Prisme que les Espaces  $PT$  &  $\pi\tau$  n'anticipent point l'un sur l'autre, la distance  $T\pi$ , qui est entre ces deux Espaces, sera illuminée par toutes les especes de Rayons, selon la proportion où ils sont l'un à l'égard de l'autre dans l'instant qu'ils viennent à sortir du Prisme; & par consequent elle sera blanche. Mais les Espaces  $PT$  &  $\pi\tau$  des deux côtés de l'Espace  $T\pi$ , ne seront pas illuminés par toutes les especes de Rayons; & par consequent ils paroîtront colorés. Ainsi en  $P$ , où les Rayons les plus extérieurs, producteurs du Violet, tombent seuls; la Couleur y doit être d'un Violet très-foncé: en  $Q$ , où les Rayons producteurs du Violet, sont mêlés avec les producteurs de l'Indigo; elle doit être d'un Violet qui tire beaucoup sur l'Indigo: en  $R$ , où les Rayons producteurs du Violet, les producteurs de l'Indigo, les producteurs du Bleu, &

184 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
une moitié de ceux qui produisent le Vert ;  
sont mêlés ensemble ; leurs Couleurs y doivent  
composer ( par la construction du *second Problème* ) une Couleur moyenne entre l'Indigo & le  
Bleu : en  $S$ , où tous les Rayons sont entremê-  
lés, hormis ceux qui produisent le Rouge &  
l'Orangé, leurs Couleurs y doivent composer,  
par la même Règle, un Bleu-pale, tirant plus  
sur le Vert que sur l'Indigo : & en avançant de  
 $S$  en  $T$ , ce bleu deviendra toujours plus foi-  
ble, jusqu'à ce qu'en  $T$ , où toutes les Couleurs  
commencent à se mêler, il soit changé en Blanc.

De même, à l'autre côté de l'Espace blanc  
en  $\pi$ , où il n'y a que les Rayons les moins re-  
frangibles ou les plus extérieurs du Rouge ; la  
Couleur y doit être du Rouge le plus foncé :  
en  $\sigma$ , le mélange du Rouge & de l'Orangé, doit  
produire un Rouge tirant sur l'Orangé : en  $\rho$ ,  
le mélange du Rouge, de l'Orangé, du Jaune,  
& d'une moitié du Vert, doit composer une  
Couleur moyenne entre l'Orangé & le Jaune :  
en  $\chi$ , toutes les Couleurs, excepté le Violet &  
l'Indigo, étant mêlées ensemble, leur mélange  
doit composer un Jaune-pale, tirant plus sur  
le Vert que sur l'Orangé : & ce Jaune devien-  
dra toujours plus pale & plus foible en allant  
de  $\chi$  en  $\pi$ , où par un mélange de toutes les  
sortes de Rayons, il deviendra Blanc.

Telles sont les Couleurs qui devroient paroître  
si la Lumière du Soleil étoit parfaitement  
blanche

blanche. Mais comme elle tire sur le Jaune, l'excès des Rayons producteurs du Jaune, par lesquels elle est teinte de cette Couleur, étant mêlé avec le Bleu-pale qui est entre *S* & *T*, fait qu'elle approche d'un Vert-pale. Ainsi les Couleurs prises de *P* en *T* doivent être le Violet, l'Indigo, le Bleu, un Vert fort foible, le Blanc, un Jaune-pale, l'Orangé, & le Rouge. C'est ce qui se trouve verifié par le calcul; & quiconque voudra prendre la peine d'observer les Couleurs produites par le Prisme, trouvera que la chose est ainsi établie dans la Nature.

Ce sont-là les Couleurs qui paroissent aux deux côtés du Blanc lorsqu'on tient le Papier entre le Prisme, & le Point *X* où les Couleurs se rencontrent, & où le Blanc d'entred eux s'évanoüit. Car si l'on tient le Papier à une plus grande distance du Prisme, les Rayons les plus refrangibles, & ceux qui le sont le moins, manqueront dans le milieu de la Lumière; & les autres Rayons qui se trouvent-là, étant mêlés ensemble, produiront par leur mélange un Vert plus chargé qu'auparavant. De même le Jaune & le Bleu seront alors moins composés; & par conséquent plus foncés qu'auparavant; ce qui s'accorde encore avec l'Expérience.

Et si l'on regarde, au travers d'un Prisme, un Objet blanc environné de Noir ou d'obscurité, la raison des Couleurs qui paroîtront sur

186 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
les bords de cet Objet, se trouvera à peu près la même, comme le verront aisément ceux qui prendront la peine d'examiner la chose avec quelque attention. Au contraire, si un Objet noir est environné d'un Objet blanc, il faudra attribuer les Couleurs qui paroissent au travers du Prisme, à la Lumière de l'Objet blanc, laquelle se répand sur les parties voisines du noir; & c'est pour cela qu'elles paroissent dans un ordre contraire à celui où elles se trouvent lorsqu'un Objet blanc est environné d'un noir. Et l'on doit compter qu'il en est de même lorsqu'on regarde un Objet dont quelques-unes des parties sont moins lumineuses que les autres. Car dans les confins des parties les plus & les moins lumineuses, les Couleurs doivent, par les mêmes Principes, provenir toujours de l'excès de la Lumière des parties les plus lumineuses, & être de la même espèce que si les parties les plus obscures étoient noires, avec cette différence qu'elles doivent être plus faibles, & moins chargées.

Ce que j'ai dit des Couleurs produites par le Prisme, peut être aisément appliqué aux Couleurs produites par les Verres des Telescopes ou des Microscopes, ou par les humeurs de l'Oeil. Car si le Verre Objectif d'un Telescope est plus épais d'un côté que de l'autre, ou si une moitié du Verre, ou une moitié de la Prunelle de l'Oeil est couverte de quelque

substance opaque, le Verre Objectif, ou la partie du Verre ou de l'Oeil qui n'est pas couverte, peut être considérée comme un Coin dont les côtés sont courbés; & chaque Coin de Verre ou de toute autre Substance pellucide, fait l'effet d'un Prisme en rompant la Lumière qui passe à travers.

On a fait voir évidemment dans la *Neuvième* & la *Dixième Expérience* de la PREMIERE PARTIE, comment les Couleurs proviennent de la différente Réflexibilité de la Lumière. Mais il est à noter dans la *Neuvième Expérience, Fig. 21. de cette Part. I.* que parce que la Lumière directe du Soleil est Jaune, l'excès des Rayons qui font le Bleu dans le Trait de Lumière réfléchi *MN*, n'est capable que de changer ce Jaune en un Blanc-pale tirant sur le Bleu, mais nullement de le teindre en une Couleur visiblement bleuë. Pour donc avoir un meilleur Bleu, j'employai, à la place de la Lumière Jaune que donne le Soleil, la Lumière Blanche des Nuées, en variant un peu l'expérience, comme vous l'allez voir dans le Paragraphe suivant.

XVI. EXPERIENCE. \* Soit *HFG* un Prisme en plein air; & *S* l'œil du Spectateur regardant les Nuées par le moyen de la Lumière qui vient delà dans le Prisme par le côté plan *FIGK*, & y est réfléchi par la Base *HEIG* du Prisme, d'où elle sort par son côté plan *HEFK* pour entrer dans l'œil. Et lorsque le Prisme & l'œil

\*Fig. 13.

font placés comme il faut, de sorte que les Angles d'Incidence & de Réflexion faits sur la base, ayent environ quarante degrés; le Spectateur verra un Arc  $MN$  de Couleur bleuë qui s'étendra d'un bout de la Base à l'autre, & dont le côté concave sera tourné vers lui: la Partie de la Base  $IMNG$  qui est au-delà de l'Arc, paroîtra plus brillante que l'autre partie  $EMNH$  qui sera en deçà. Cet Arc bleu  $MN$  n'étant produit que par la Reflexion d'une Surface *Speculaire*, paroît un Phenomene si étrange & si difficile à expliquer par l'hypothese ordinaire des Philosophes, que j'ai crû qu'il meritoit d'être remarqué. Or pour en comprendre la raison, supposez que le Plan  $ABC$  coupe perpendiculairement les Côtés plans & la Base du Prisme. De l'œil à la Ligne  $BC$ , où ce Plan coupe la Base, tirez les Lignes  $Sp$  &  $St$  qui fassent l'Angle  $SpC$  de 50. degrés  $\frac{1}{2}$ , & l'Angle  $StC$  de 49. degrés  $\frac{1}{28}$ ; & le Point  $p$  fera la borne au-delà de laquelle nul des Rayons les plus refrangibles ne peut passer à travers la Base du Prisme, & être rompu; ce qui se doit entendre des Rayons dont l'Incidence soit telle qu'ils puissent être réfléchis vers l'œil. C'est de même par le Point  $t$  que seront bornés les Rayons les moins refrangibles, c'est-à-dire, qu'au-delà de ce Point nul des Rayons ne peut passer à travers la Base, j'entens de ceux dont l'Incidence soit telle qu'ils puissent venir à l'œil

par Reflexion. Enfin le Point  $r$  qui tient le milieu entre  $p$  &  $t$ , bornera de même les Rayons de moyenne Refrangibilité. Et par conséquent tous les Rayons les moins refrangibles qui viennent à tomber sur la Base au-delà de  $t$ , c'est-à-dire entre  $t$  &  $B$ , & qui peuvent venir delà à l'œil, y seront réfléchis. Mais en deçà de  $t$ , c'est-à-dire, entre  $t$  &  $C$ , plusieurs de ces Rayons passeront au travers de la Base. Et tous les Rayons les plus refrangibles qui tomberont sur la Base au-delà de  $p$ , c'est-à-dire entre  $p$  &  $B$ , & qui peuvent venir par Reflexion delà à l'œil, y seront réfléchis : mais dans tout l'Espace d'entre  $p$  &  $C$ , plusieurs de ces Rayons les plus refrangibles passeront à travers la Base & seront rompus : il faut compter qu'il en sera de même des Rayons de moyenne Refrangibilité, des deux côtés du Point  $r$ . D'où il s'ensuit que la Base du Prisme doit paroître blanche & brillante dans tout l'Espace d'entre  $t$  &  $B$  en vertu d'une totale Reflexion de toutes les especes de Rayons vers l'œil ; & au contraire plus pale, plus obscure, & plus sombre dans tout l'Espace d'entre  $p$  &  $C$ , à cause qu'il s'y fait une transmission de quantité de Rayons de chaque espece : mais en  $r$  & en d'autres endroits entre  $p$  &  $t$ , où tous les Rayons les plus refrangibles sont réfléchis vers l'œil, & où plusieurs des moins refrangibles passent à travers, l'excès des Rayons les plus refrangibles dans la Lumiere réfléchie teindra

190 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
cette Lumiere de la Couleur de ces Rayons ,  
qui est le Violet & le Bleu. Et c'est ce qui ar-  
rive en quelque partie de la Base qu'on prenne  
la Ligne *C p r t B* entre les extrémités *HG* & *EI*.  
du Prisme.

---

## NEUVIEME PROPOSITION:

### Problème IV.

*Par les Propriétés de la Lumiere exposées ci - dessus  
rendre raison des Couleurs de l'Arc-en-Ciel.*

**L'**ARC-EN-CIEL ne paroît jamais que dans  
les endroits où il pleut, & où luit le So-  
leil en même tems; & l'on peut former des  
Arcs-en-Ciel par art en faisant jaillir de l'eau,  
qui poussée en l'air & dispersée en gouttes,  
viene tomber en forme de pluye. Car le Soleil  
donnant sur ces gouttes fait voir certainement  
un Arc-en-Ciel à tout Spectateur qui se trouve  
dans une juste position à l'égard de cette Pluye  
& du Soleil: aussi est-ce presentement une chose  
reconnüe, que l'Arc-en-ciel est formé par la  
Refraction de la Lumiere du Soleil dans des  
gouttes de pluye. C'est ce que quelques Anciens  
avoient compris, & ce qui a été pleinement dé-  
couvert & expliqué dans ces derniers tems  
par le fameux *Antoine de Dominis* Archevêque  
de *Spalato* dans son Livre *De Radiis Visus & Lucis*;

publié à Venise en 1611. par son ami *Bartolus*, mais composé plus de vingt ans auparavant. Car il montre dans ce Livre comment l'Arc-en-ciel interieur est produit dans des gouttes rondes de pluye par deux Refractions de la Lumiere Solaire, & une Reflexion entredeux; & l'exterieur par deux Refractions & deux sortes de Reflexions entredeux, qui sont faites dans chaque goutte de pluye; verifiant ses Explications par des Experiences qu'il fait avec une Phiole pleine d'Eau, & avec des boules de verre remplies d'eau & exposées au Soleil pour y faire voir les Couleurs des deux Arcs, l'exterieur & l'interieur. *Des-Cartes* qui a suivi cette explication dans ses *Meteores*, a corrigé celle de l'Arc exterieur. Mais comme ces deux Savans hommes n'entendoient point la veritable origine des Couleurs, il est necessaire d'examiner ici cette matiere avec un peu plus de précision. Pour comprendre donc comment se fait l'Arc-en-ciel; soit une Goutte d'eau, ou tout autre Corps Spherique transparent, representé \* par le Globe *B NFG* qui est décrit du centre *C* & de l'Intervalle *CN*. Soit *AN* un des Rayons du Soleil tombant sur ce Globe en *N*; & que là il soit rompu, & aille en *F*; étant en *F*, qu'il sorte de la Sphere par Refraction tendant vers *V*, ou qu'il soit réfléchi en *G*; étant en *G*, qu'il aille par Refraction en *R*, ou qu'il soit réfléchi en *H*; &

\* Fig. 34.

qu'en  $H$  il sorte par Réfraction vers  $S$ , coupant le Rayon incident en  $Y$ . Prolongez les lignes  $AN$  &  $RG$  jusqu'à ce qu'elles se rencontrent en  $X$ ; & sur  $AX$  &  $NF$  abaissez les perpendiculaires  $CD$  &  $CE$ ; & prolongez  $CD$  jusqu'à ce qu'elle tombe sur la circonférence en  $L$ . Tirez le diamètre  $BQ$  parallèle au Rayon incident  $AN$ ; & que le Sinus d'Incidence soit au Sinus de Réfraction de l'air dans l'eau, comme  $I$  à  $R$ . Maintenant si vous supposez que le Point d'Incidence  $N$  se meuve depuis le Point  $B$  sans discontinuer jusqu'à ce qu'il parvienne en  $L$ ; l'Arc  $QF$  augmentera d'abord, & ensuite diminuera, tout de même que l'Angle  $AXR$  formé par les Rayons  $AN$  &  $GR$ : & l'Arc  $QF$  & l'Angle  $AXR$  seront les plus grands qui soient possibles, lorsque  $ND$  sera à  $CN$  comme  $\sqrt{11-RR}$  à  $\sqrt{3}RR$ , auquel cas  $NE$  sera à  $ND$  comme  $2R$  à  $I$ . De même l'Angle  $AYS$  formé par les Rayons  $AN$  &  $HS$ , diminuera d'abord, & ensuite augmentera; & enfin deviendra le moindre qui soit possible, lorsque  $ND$  sera à  $CN$ , comme  $\sqrt{11-RR}$  à  $\sqrt{8}RR$ , auquel cas  $NE$  sera à  $ND$  comme  $3R$  à  $I$ . De même dans le cas suivant, (c'est-à-dire, dans le cas où il arrive que le Rayon est émergent après trois Réflexions) l'Angle formé par le Rayon émergent, & par l'Incident  $AN$ , deviendra à son terme lorsque  $ND$  sera à  $CN$  comme  $\sqrt{11-RR}$  à  $\sqrt{15}RR$ , auquel cas  $NE$  sera

sera à  $ND$  comme  $4R$  à  $I$ . Et l'Angle formé par le Rayon émergent qui vient immédiatement après ce dernier (c'est-à-dire par le Rayon émergent après quatre Réflexions) & par l'Incident  $AN$ , parviendra à son terme lorsque  $ND$  sera à  $NC$  comme  $\sqrt{11-RR}$  à  $\sqrt{24}RR$ , auquel cas  $NE$  sera à  $ND$  comme  $5R$  à  $I$ ; & la Règle de ces limites sera continuée à l'infini, en déduisant les Nombres  $3, 8, 15, 24,$  &c. de l'addition perpetuelle des termes de la progression arithmetique  $3, 5, 7, 9,$  &c. Il sera aisé aux Mathematiciens de s'assurer de la vérité de tout ceci.

Maintenant il faut remarquer, que comme lorsque le Soleil vient aux Tropiques, les jours n'augmentent & ne diminuent que très-peu durant un assez long temps, de même lorsqu'en augmentant la distance  $CD$  ces Angles parviennent à leurs limites, leur quantité ne varie que fort peu pendant quelque temps; & que par cette raison parmi les Rayons qui tombent sur tous les Points  $N$  du quart de Cercle  $BL$ , il en sortira un beaucoup plus grand nombre dans les limites de ces Angles que dans aucune autre Inclinaison. Il faut observer encore, que les Rayons qui diffèrent en refrangibilité, auront des Angles d'émergence différemment limités; que par conséquent selon leurs différents degrés de refrangibilité, ils sortiront plus abondamment en différents Angles; & qu'é-

tant séparés les uns des autres, ils paroîtront chacun dans leur propre couleur.

De savoir quels sont ces Angles, c'est ce qu'on peut déduire du Theorème précédent par un calcul très-aisé à faire. Car dans les Rayons les moins refrangibles les Sinus  $I$  &  $R$  sont 103 & 81, comme nous l'avons vû ci-dessus, d'où il paroîtra par le calcul, que le plus grand Angle  $AXR$  est de 42 degrés, 2 minutes; & le plus petit Angle  $AYS$ , de 50 degrés, 57 minutes. Et dans les Rayons les plus refrangibles les Sinus  $I$  &  $R$  sont 109 & 81, d'où il paroîtra par le calcul, que le plus grand Angle  $AXR$  est de 40 degrés, 17 minutes; & le plus petit  $AYS$  de 54 degrés, 7 minutes.

\* FIG. 13. Maintenant supposez que \*  $O$  est l'œil du Spectateur, &  $OP$  une Ligne parallele aux Rayons du Soleil. Et soient  $POE$ ,  $POF$ ,  $POG$ ,  $POH$ , des Angles de 40 degr. 17', de 42 degr. 2', de 50 degr. 57', & de 54 degr. 7', respectivement; & ces Angles étant tournés autour de leur côté commun  $OP$ , décriront par leurs autres Côtés  $OE$ ,  $OF$ ,  $OG$ ,  $OH$ , les bords de deux Arc-en-ciels  $AFBE$ , &  $CHDG$ . Car si  $E, F, G, H$ , sont des Goutes placées en quelques endroits que ce soient des Surfaces coniques décrites par  $OE$ ,  $OF$ ,  $OG$ ,  $OH$ , & qu'elles soient éclairées par les Rayons du Soleil  $SE$ ,  $SF$ ,  $SG$ ,  $SH$ ; comme l'Angle  $SEO$  est égal à l'Angle  $POE$ , qui est de 40 degr. 17', ce sera le plus grand

Angle qui puisse être fait par la ligne  $SE$ , & par les Rayons les plus refrangibles qui sont rompus vers l'œil après une seule Reflexion; & par conséquent toutes les Goutes qui se trouvent sur la Ligne  $OE$  enverront à l'œil dans la plus grande abondance possible les Rayons les plus refrangibles, & par ce moyen feront sentir le Violet le plus foncé vers la Region où elles sont placées. De même, l'Angle  $SFO$  étant égal à l'Angle  $POF$  qui est de 42 degr. 2', sera le plus grand Angle selon lequel les Rayons les moins refrangibles puissent sortir des gouttes après une seule Reflexion; & par conséquent ces Rayons viendront à l'œil dans la plus grande quantité qui soit possible, des Goutes qui se trouvent sur la Ligne  $OF$ , & qui produiront la sensation du Rouge le plus foncé dans cet endroit. Par la même raison les Rayons qui ont des degrés intermedits de refrangibilité, viendront dans la plus grande abondance possible des Goutes entre  $E$  &  $F$ , & feront sentir les Couleurs intermedites dans l'ordre qu'exigent leurs degrés de refrangibilité, c'est-à-dire, en avançant de  $E$  en  $F$ , ou de la partie interieure de l'Arc  $AFBE$  à l'exterieure dans cet ordre, le Violet, l'Indigo, le Bleu, le Vert, le Jaune, l'Orangé & le Rouge. Mais le Violet étant mêlé avec la Lumiere blanche des Nuées, ce mélange le fera paroître foible, & tirant sur le Pourpre.

De plus, l'Angle  $SGO$  étant égal à l'Angle  $POG$ , qui est de  $50$  degr.  $57'$ , sera le plus petit Angle selon lequel les Rayons les moins refrangibles puissent sortir des Goutes après deux Réflexions; & par conséquent les Rayons les moins refrangibles viendront à l'œil dans la plus grande quantité qui soit possible, des Goutes qui se trouvent sur la Ligne  $OG$ , & feront sentir le Rouge le plus foncé vers la Region où elles sont placées. Et l'Angle  $SHO$  étant égal à l'Angle  $POH$ , qui est de  $54$  degr.  $7'$ , sera le plus petit Angle selon lequel les Rayons les plus refrangibles puissent sortir des Goutes après deux Réflexions; & par conséquent ces Rayons viendront à l'œil dans la plus grande quantité qui soit possible, des Goutes qui se trouvent sur la Ligne  $OH$ , & feront sentir le Violet le plus foncé vers la Region où elles sont placées. Enfin, par la même raison, les Goutes qui sont entre  $G$  &  $H$ , exciteront le sentiment des Couleurs intermediates selon l'ordre qu'exigent leurs degrés de refrangibilité, c'est-à-dire, qu'avançant de  $G$  en  $H$ , ou de la partie interieure de l'Arc-en-ciel  $CHDG$  à l'exterieure, les Couleurs paroîtront dans cet ordre, Rouge, Orangé, Jaune, Vert, Bleu, Indigo, Violet. Et comme ces quatre Lignes  $OE$ ,  $OF$ ,  $OG$ ,  $OH$ , peuvent être situées indifferement en quelque endroit que ce soit de la Surface conique mentionnée ci-dessus; ce qui vient

d'être dit des Goutes & des Couleurs qui sont sur ces Lignes, doit être appliqué aux Goutes & aux Couleurs qui sont en tout autre endroit de ces Surfaces.

C'est ainsi que seront formés deux Arcs colorés, l'un intérieur & composé de Couleurs plus vives, par une seule Réflexion dans les Goutes; & l'autre extérieur & composé de Couleurs plus foibles, par deux Réflexions: car la Lumière s'affoiblit à chaque Réflexion. Et les Couleurs de ces deux Arcs seront dans un ordre opposé, l'une à l'égard de l'autre, le Rouge des deux Arcs paroissant sur les bords de l'Espace  $GF$  qui est entre ces deux Arcs. La largeur  $EOF$  de l'Arc intérieur, mesurée à travers les Couleurs, sera d'un degré 45 minutes; & la largeur  $GOH$  de l'extérieur, de 3 degrés 10': & la distance  $GOF$  entre les deux Arcs sera de 8 degr. 55'; le plus grand demi-diamètre de l'Arc intérieur, c'est-à-dire, l'Angle  $POF$ , étant de 42 degr. 2'; & le plus petit demi-diamètre  $POG$  de l'Arc extérieur, de 50 degrés 57'. Voilà quelles seroient les mesures de ces Arcs, si le Soleil n'étoit qu'un Point: mais en vertu de la largeur de son Globe, la largeur des Arcs augmentera; & leur distance diminuera de la moitié d'un degré. Ainsi la largeur de l'Iris intérieur sera de 2 degr. 15'; celle de l'extérieur, de 3 degr. 40'; leur distance entre-eux, de 8 degr. 25'; le plus grand demi-diamètre de l'Iris

198 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
interieur, de 42 degr. 17'; & le plus petit de  
l'extérieur de 50 degr. 42'. Telles se trouvent  
en effet les dimensions des Iris dans le Ciel, à  
peu de chose près, lorsque leurs Couleurs pa-  
roissent les plus vives & les mieux marquées.  
Car un jour ayant mesuré un Arc-en-Ciel par  
le moyen des Instrumens que j'avois alors, je  
trouvai que le plus grand demi-diametre de  
l'Iris interieur étoit d'environ 42. degrés, &  
que la largeur du Rouge, du Jaune & du Vert  
de cet Iris étoit d'environ 63 ou 64 minutes,  
ou tre trois ou quatre minutes qu'on y pouvoit  
ajouter en consideration du Rouge extérieur  
qui étoit affoibli & obscurci par l'éclat des Nuées  
d'alentour. La largeur du Bleu étoit d'environ  
40 minutes & plus, sans compter le Violet, qui  
étoit si fort obscurci par l'éclat des Nuées, que je  
ne pûs point en mesurer la largeur. Mais supposé  
que la largeur du Bleu & du Violet pris ensen-  
ble, fut égale à celle du Rouge, du Jaune & du  
Vert pris ensemble, toute la largeur de cet Iris  
interieur devoit être d'environ 2 degrés &  $\frac{1}{4}$ ,  
comme ci-dessus. La plus petite distance entre  
cet Iris & l'Iris extérieur étoit d'environ 8 de-  
grés; 30 minutes. L'Iris extérieur étoit plus large  
que l'interieur, mais la teinture en étoit si foi-  
ble, sur tout du Côté bleu, qu'il ne me fut pas  
possible d'en mesurer la largeur distinctement.  
Une autre fois que les deux Arcs paroissent  
plus distincts, je trouvai que la largeur de l'Iris

intérieur étoit de 2 degr. 10', & que dans l'extérieur la largeur du Rouge, du Jaune & du Vert étoit à la largeur des mêmes Couleurs dans l'Iris intérieur, comme 3 à 2.

Cette Explication de l'Arc-en-ciel est encore confirmée par une Expérience connue qui a été faite par *Antoine de Dominis*, & par *Des-Cartes*. Elle consiste à suspendre une Boule de verre pleine d'eau en quelque endroit où elle soit exposée au Soleil, & d'y jeter les yeux en se plaçant de telle manière que les Rayons qui viennent de la Boule à l'œil, puissent faire avec les Rayons du Soleil un Angle de 42 ou de 50 degrés. Car si l'Angle est d'environ 42 ou 43 degrés, le Spectateur (supposé en *O*) verra un Rouge fort vif sur le côté de la Boule opposé au Soleil, comme cela est représenté en *F*; & si cet Angle devient plus petit, (supposez en faisant descendre la Boule jusqu'en *E*) d'autres Couleurs paroîtront successivement sur le même côté de la Boule, savoir le Jaune, le Vert & le Bleu. Mais si l'on fait l'Angle d'environ 50 degrés (supposez en haussant la Boule jusqu'en *G*) il paroîtra du Rouge sur le côté de la Boule qui est vers le Soleil; & si l'on fait l'Angle encore plus grand (supposez en haussant la Boule jusqu'en *H*) le Rouge deviendra successivement des autres Couleurs, se changeant successivement en Jaune, Vert & Bleu. J'ai éprouvé la même chose sans faire changer de place à la Boule, en hauf-

tant ou baissant l'œil, ou en le mouvant autrement pour donner à l'Angle une grandeur convenable.

On m'a assuré, que si la Lumière d'une chandelle est rompuë par un Prisme vers l'œil, le Spectateur voit du Rouge dans le Prisme, lorsque le Bleu tombe sur l'œil; & que lorsque le Rouge tombe sur l'œil, il voit du Bleu dans le Prisme. Si cela étoit certain, les Couleurs de la Boule de Verre & de l'Arc-en-ciel devroient paroître dans un ordre tout contraire à celui où nous les voyons. Mais les Couleurs de la Chandelle étant très-foibles, la méprise vient apparemment de la difficulté qu'il y a à discerner quelles Couleurs tombent sur l'œil. Car au contraire en regardant la Lumière du Soleil rompuë par un Prisme, j'ai eu souvent occasion de remarquer, que le Spectateur voit toujours dans le Prisme la Couleur dont il a l'œil actuellement frappé. Et j'ai éprouvé la même chose à la Lumière de la chandelle: car lorsqu'on détourne lentement le Prisme, de la Ligne qui va directement de la Chandelle à l'œil, on voit premièrement du Rouge dans le Prisme, & ensuite du Bleu; & par conséquent chacune de ces Couleurs est vue dans le temps qu'elle tombe sur l'œil; car le Rouge passe le premier par dessus l'œil, & puis le Bleu.

La Lumière qui vient à travers les Goutes de pluye par deux Refractions sans aucune Réflexion, doit paroître dans sa plus grande force,

à la distance d'environ 26 degrés du Soleil, & après cela s'affoiblir par degrés des deux côtés, à mesure que cette distance augmente ou diminue. Il en est de même de la Lumière qui passe au travers des grains spheriques de Grêle. Mais si la Grêle est un peu applatie, comme elle l'est souvent, la Lumière qui passe à travers, peut devenir si forte à un peu moins de distance que de 26 degrés, qu'elle formera un Halo ou une Couronne autour du Soleil, ou de la Lune; & cette Couronne pourra être colorée durant tout le temps que les grains de Grêle seront dûëment figurés, auquel cas elle doit être Rouge en dedans par le moyen des Rayons les moins refrangibles, & Bleuë en dehors par le moyen des plus refrangibles, sur tout si dans le centre des grains de Grêle il se trouve des globules opaques de Neige, qui interceptent la Lumière au dedans de la Couronne, (comme l'a observé M. *Huygens*) & qui fassent que l'intérieur en soit terminé plus distinctement qu'il n'auroit été sans cela. Car ces sortes de grains de Grêle, quoique spheriques, terminant la Lumière par la Neige renfermée dans leurs centres, peuvent faire par-là une Couronne Rouge en dedans, sans Couleur au dehors, & plus sombre dans sa partie Rouge qu'en dehors, comme les Couronnes sont ordinairement. Car parmi les Rayons qui passent tout auprès de la Neige, les Rouges seront les moins rompus; &

202 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
par conséquent viendront à l'œil par les Lignes  
les plus directes.

La Lumière qui passe au travers d'une Goutte de pluye après deux Refractions, & trois ou quatre Reflexions, est à peine assez forte pour produire un Arc sensible : mais peut-être pourra-t-elle se faire sentir dans ces Cylindres de glace par le moyen desquels M. *Huygens* nous a expliqué les Parhélies.

---

## DIXIÈME PROPOSITION.

Problème. V.

*Par les Propriétés de la Lumière déjà découvertes ,  
expliquer les Couleurs permanentes  
des Corps Naturels.*

**C**ES Couleurs proviennent de ce que parmi les Corps Naturels les uns réfléchissent certaines especes de Rayons, les autres certaines autres especes, en plus grande abondance qu'ils n'en réfléchissent aucune autre. La Mine de Plomb réfléchit en plus grande abondance les Rayons les moins refrangibles, ou producteurs du Rouge; & par cela même elle paroît rouge. Les *Violettes* réfléchissent en plus grande abondance les Rayons les plus refrangibles; & c'est de-là que vient leur couleur. Il en est de même des autres Corps : car chaque Corps réfléchit les

Rayons de sa propre couleur en plus grande quantité qu'il ne fait ceux de toute autre espèce, & tire sa couleur de l'excès & de la prédominance de ces Rayons dans la Lumière réfléchie.

DIX-SEPTIÈME EXPERIENCE : Car si l'on met des Corps de différentes Couleurs dans des *Lumieres homogenes*, produites par la solution du Problème qui a été proposé dans la QUATRIÈME PROPOSITION de la *Premiere Partie*; on trouvera, comme j'ai fait, que chaque Corps paroît plus brillant & plus lumineux dans la Lumière de sa propre Couleur. Le *Cinabre* ou *Vermillon* n'est jamais plus éclatant, que lorsqu'il est placé dans un Rouge homogene : mais placé dans une Lumière verte, il est visiblement moins brillant; & encore moins s'il est placé dans une Lumière bleuë. L'*Indigo* est plus éclatant dans un Violet bleu; & son éclat diminuë par degrés à mesure qu'on l'en éloigne peu à peu en le faisant passer du Vert & du Jaune au Rouge. D'abord un *Porreau* réfléchit plus vivement le Vert, & puis le Bleu & le Jaune qui composent le Vert, qu'il ne réfléchit les autres Couleurs, le Rouge & le Violet. Il en est de même des autres Corps. Mais pour rendre ces Experiences plus sensibles, il faut choisir les Corps qui ont les Couleurs les plus fortes & les plus vives, & comparer ensemble deux de ces Corps de différentes Couleurs. Ainsi, par exem-

204 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
ple, si l'on expose ensemble à une Lumière Rouge homogène le *Cinabre* & l'*Outremer* ou quelque autre Bleu éclatant, ils paroîtront Rouges tous deux, mais le *Cinabre* paroîtra d'un Rouge fort lumineux & fort éclatant; & l'*Outremer* d'un Rouge foible, sombre & obscur. Que si on les expose ensemble à une Lumière Bleue homogène, ils paroîtront bleus tous deux; mais l'*Outremer* paroîtra d'un Bleu extrêmement lumineux & éclatant, & le *Cinabre* au contraire d'un Bleu foible & obscur. Ce qui montre évidemment que le *Cinabre* réfléchit la Lumière Rouge en beaucoup plus grande abondance que ne fait l'*Outremer*; & que l'*Outremer* réfléchit la Lumière Bleue en beaucoup plus grande abondance que ne fait le *Cinabre*. La même Expérience réussit avec la Mine de Plomb rouge & l'*Indigo*, ou avec deux autres Corps colorés quels qu'ils soient, si l'on fait les compensations requises pour la différente vivacité ou foiblesse de leurs couleurs.

Ces Expériences font voir clairement quelle est la cause des Couleurs des Corps Naturels: la même chose est encore confirmée & vérifiée incontestablement par les deux Expériences de la *Première Partie*, par lesquelles il a été démontré sur des Corps Naturels, que les *Rayons de Lumière qui diffèrent en Couleur, diffèrent aussi en degrés de refrangibilité*. Car il s'ensuit certainement de-là, que quelques Corps réfléchis-

font en plus grande abondance les Rayons qui sont les plus refrangibles ; & d'autres , ceux qui le sont le moins.

Or que ce soit là non seulement la véritable, mais même l'unique raison de ces Couleurs , c'est ce qui peut encore être démontré par cette considération , que la Couleur d'une Lumière homogène ne sauroit être changée par la Réflexion des Corps naturels. Car si les Corps ne peuvent par Réflexion changer le moins du monde la Couleur d'aucune espèce de Rayons , ces Corps ne sauroient paroître colorés par aucun autre moyen qu'en réfléchissant les Rayons qui sont de leur propre couleur , ou ceux qui par leur mélange doivent la produire.

Au reste , en faisant ces sortes d'Expériences il faut bien prendre garde que la Lumière soit homogène dans un degré suffisant. Car si les Corps sont éclairés des Couleurs que le Prisme produit communément , ils ne paroîtront ni de la Couleur qu'ils ont en plein jour , ni de la Couleur de la Lumière qu'on fait tomber sur eux , mais de quelque Couleur qui tiendra le milieu entre ces deux-là , comme je l'ai trouvé par expérience. Ainsi la Mine de Plomb rouge , par exemple , illuminée par le Vert que le Prisme produit communément , ne paroîtra ni Rouge , ni Verte ; mais Orangée ou Jaune , ou d'une couleur entre le Rouge & le Vert , selon que la Lumière verte qui l'éclairera , sera plus ou moins

composée. Car puisque la Mine de Plomb rouge, éclairée par une Lumiere blanche dans laquelle toutes sortes de Rayons sont également mêlés ensemble, paroît Rouge; & que dans la Lumiere verte toutes sortes de Rayons ne sont pas également mêlés ensemble: l'excès des Rayons Jaunes, des Rayons verts & des Rayons Bleus dans cette Lumiere verte qui tombe sur la Mine de Plomb rouge, fera que ces Rayons seront en si grande abondance dans la Lumiere réfléchie par ce Mineral, qu'ils en feront paroître le Rouge d'une Couleur approchante de la leur. Et parce que la Mine de Plomb rouge réfléchit les Rayons rouges en plus grande abondance à proportion de leur nombre, & ensuite les Rayons qui produisent l'Orangé & ceux qui produisent le Jaune; ces Rayons seront dans la Lumiere réfléchie en plus grand nombre à proportion de toute la Lumiere, qu'ils n'étoient dans la Lumiere verte incidente; & par conséquent ils feront que la Lumiere réfléchie passera du Vert à une Couleur approchante de la leur: de sorte que la Mine de Plomb rouge ne paroîtra ni Rouge ni Verte, mais d'une Couleur entre le Rouge & le Vert.

A l'égard des Liqueurs colorées & transparentes, il est à remarquer que leur Couleur varie en même temps que leur épaisseur. Ainsi, par exemple, une Liqueur rouge dans un Verre de figure conique, qu'on tient entre la Lumiere

& l'œil, paroît dans le fond du Verre où elle a peu d'épaisseur, d'un Jaune pale & déteint ; un peu plus haut où la liqueur est plus épaisse, elle prend une Couleur d'Orangé ; dans l'endroit où elle est encore plus épaisse, elle devient Rouge, & où elle est la plus épaisse, ce Rouge devient le plus foncé & le plus obscur. Car il faut compter qu'une telle Liqueur arrête fort aisément les Rayons qui produisent l'Indigo & le Violet, plus difficilement ceux qui font le Vert, & encore plus difficilement ceux qui font le Rouge ; & que si l'épaisseur de la Liqueur est seulement au point qu'il faut pour pouvoir arrêter un nombre suffisant des Rayons producteurs du Violet & de l'Indigo, sans diminuer beaucoup le nombre des autres Rayons, le reste doit composer un Jaune pale, suivant la SIXIÈME PROPOSITION de la *Seconde Partie*. Mais si la Liqueur est si épaisse qu'elle arrête aussi un grand nombre des Rayons bleus, & quelques-uns de ceux qui produisent le Vert, le reste doit composer un Orangé ; & où elle est si épaisse qu'elle arrête aussi un grand nombre des Rayons verts & un nombre considerable des Jaunes, le reste doit commencer à composer du Rouge ; & ce Rouge doit devenir plus foncé & plus obscur à mesure que la liqueur devenant plus épaisse, arrête, à proportion de son épaisseur, les Rayons Jaunes, & ceux qui produisent l'Orangé : de sorte qu'excepté les

208 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
Rayons Rouges, il y en a peu qui puissent  
passer à travers.

De ce genre est l'Experience qui m'a été  
communiquée depuis peu par Mr. le Docteur  
*Halley*, qui plongeant dans la Mer, renfermé  
dans un Vase destiné à cet usage, un jour  
qu'il faisoit un fort beau Soleil, trouva qu'a-  
près avoir été enfoncé plusieurs brasses dans  
l'Eau, la partie supérieure de sa main sur la-  
quelle le Soleil donnoit directement au travers  
de l'Eau & d'une petite Fenêtre de verre par  
où la Lumiere entroit dans le Vase, paroissoit  
d'un Rouge semblable à celui d'une Rose de  
Damas; & que l'eau d'au dessous & la partie in-  
férieure de sa main illuminée par la Lumiere re-  
fléchie de cette Eau, paroissoient vertes. On peut  
conclure de là, que l'Eau de la Mer réfléchit  
fort facilement les Rayons Violets & Bleus;  
mais qu'elle laisse passer les Rouges fort libre-  
ment & abondamment, jusqu'à une très-gran-  
de profondeur. Car par cela même que le  
Rouge domine dans les plus grandes profon-  
deurs de l'Eau, la Lumiere directe du Soleil y  
doit paroître rouge; & à mesure que la profon-  
deur est plus grande, ce Rouge doit être plus  
plein & plus foncé. Et à telles profondeurs où  
les Rayons Violets ne peuvent guère penetrer,  
les Rayons Bleus, les Verts, & les Jaunes étant  
réfléchis d'en bas en plus grande abondance  
que les Rouges, doivent composer du Vert.

Si l'on prend deux Liqueurs de Couleurs bien marquées, l'une Rouge, par exemple, & l'autre Bleuë, & que ces deux Liqueurs soient autant épaisses qu'il faut pour que leurs Couleurs soient suffisamment foncées; quoique chacune prise à part soit assez transparente, on ne pourra pourtant pas voir à travers lors qu'elles seront mêlées ensemble. Car s'il ne passe que des Rayons Rouges au travers de l'une des Liqueurs, & que des Rayons Bleus au travers de l'autre, aucun des Rayons ne pourra passer à travers les deux Liqueurs mêlées ensemble. C'est ce que M. *Hook* éprouva par hazard avec des Coins de Verre remplis de deux Liqueurs, l'une Rouge & l'autre Bleuë. Il fut surpris de l'événement auquel il ne s'attendoit point, la raison en étant alors inconnue: la précédente fait que j'ajoute d'autant plus de foi à cette Expérience, quoique je ne l'aie pas faite moi-même. Mais quiconque voudra la refaire, doit avoir soin que les Couleurs des Liqueurs qu'il y employera, soient fortes & bien chargées.

Puis donc que les Corps deviennent colorés en réfléchissant, ou en laissant passer telle ou telle espèce de Rayons en plus grande abondance que le reste, il faut imaginer qu'ils arrêtent & éteignent les Rayons qu'ils ne réfléchissent point, ni qu'ils ne laissent point passer. Car si vous tenez entre votre œil & la Lumière, de l'Or réduit en feuilles, la Lumière vous pa-

roîtra d'un Bleu verdâtre; & par conséquent l'Or en masse laisse entrer dans son Corps les Rayons producteurs du Bleu, pour y être réfléchis çà & là, jusqu'à ce qu'ils soient interceptés & éteints, tandis qu'il réfléchit en dehors les Rayons Jaunes, ce qui le fait paroître Jaune. Et de même, à peu près, qu'une feuille d'Or est Jaune par une Lumière réfléchie, & Bleuë par une Lumière transmise, & que l'Or en masse est Jaune en quelque position que soit l'œil; de même il y a certaines Liqueurs, (comme la teinture de Bois *Nephretique*) & certaines especes de Verres, qui laissent passer une sorte de Lumière en plus grande abondance, & en réfléchissent une autre, & qui par cela même paroissent de différentes Couleurs suivant les différentes positions de l'œil par rapport à la Lumière. Mais si ces Liqueurs étoient si épaisses, ou ces Verres si massifs qu'aucune Lumière ne pût passer à travers, je ne doute point, (quoique je n'en aye pas encore fait l'expérience) que ces Liqueurs & ces Verres ne parussent, comme tout autre Corps opaque, d'une seule & même Couleur, dans toutes les positions de l'œil. Car autant que j'en puis juger par mes observations, on peut voir au travers de tous les Corps colorés, si on les rend assés minces; & par conséquent ils sont tous transparens jusqu'à un certain point, & leurs transparences ne différent que du plus

au moins des transparences des Liqueurs transparentes & colorées ; puisqu'une épaisseur suffisante rend ces Liqueurs tout aussi opaques que ces Corps là. Un Corps transparent que la Lumiere transmise fait paroître d'une certaine Couleur , peut aussi paroître de la même Couleur par le moïen de la Lumiere réfléchie, si la Lumiere de cette Couleur est réfléchie par la derniere surface du Corps , ou par l'Air qui est au-delà. Mais alors la Couleur réfléchie diminuera , & peut-être s'évanouïra tout-à-fait, si vous augmentez considerablement l'épaisseur du Corps , & que vous l'enduisiez de poix par derriere pour diminuer la réflexion de sa derniere surface, enforte que la Lumiere réfléchie par les particules colorées du Corps même puisse prendre le dessus. Dans ces cas-là il se trouvera fort souvent que la Couleur de la Lumiere réfléchie differera de la Couleur de la Lumiere transmise. Mais d'où vient que les Liqueurs , & les Corps teints de quelque Couleur, réfléchissent certaines especes de Rayons , & en admettent , ou laissent passer d'autres ? C'est ce que j'expliquerai dans le Livre suivant. Il me suffit d'avoir prouvé incontestablement dans cette PROPOSITION, que les Corps ont effectivement de telles propriétés ; & que c'est pour cela qu'ils paroissent colorés.

## ONZIÈME PROPOSITION.

## Problème VI.

*En mêlant ensemble des Rayons colorés, composer un Trait de Lumière de la même Couleur & Nature qu'un Trait de Lumière directe du Soleil; & faire dans ce Trait de Lumière des épreuves de la vérité des PROPOSITIONS précédentes.*

\* FIG. 16. **S**Oit  $ABCabc$  \* un Prisme par lequel la Lumière du Soleil introduite dans une Chambre obscure au travers du Trou  $F$ , soit rompuë vers la Lentille  $MN$ , & y peigne dessus, en  $p, q, r, s$  &  $t$ , les Couleurs ordinaires, le Violet, le Bleu, le Vert, le Jaune, & le Rouge. Que ces Rayons divergents soient réunis de nouveau en  $X$  par la Refraction de cette Lentille, & qu'ils y composent du Blanc par le mélange de toutes leurs Couleurs, de la manière qu'on l'a montré ci-dessus. Après cela, soit  $DEGdeg$  un autre Prisme, parallele au précédent, placé en  $X$  pour rompre cette Lumière blanche en haut vers  $Y$ . Soient les Angles réfringents des Prismes, égaux, & à une égale distance de la Lentille, de sorte que les Rayons, qui de la Lentille s'étoient réunis en  $X$ , & qui sans une nouvelle Refraction, se seroient croisés là, & auroient encore divergé, puissent par

la Réfraction du second Prisme, devenir parallèles sans plus diverger. Car alors ces Rayons composeront encore un Trait de Lumière Blanche. Si l'Angle réfringent de l'un des Prismes est plus grand que l'Angle réfringent de l'autre Prisme, il faut que ce Prisme-là soit d'autant plus près de la Lentille. Vous connoîtrez quand c'est que les Prismes & la Lentille seront dans une juste position entr'eux, en observant si le Trait de lumière *XY* qui sort du second Prisme, est parfaitement Blanc jusques dans ses bords; & si à toutes ses distances du Prisme il continuë d'être parfaitement & totalement Blanc, comme un Trait de Lumière qui vient directement du Soleil. Car jusqu'à ce que cela soit ainsi, la position que les Prismes & la Lentille ont l'un à l'égard de l'autre, doit être changée & corrigée; après quoi, si par le moïen d'une longue poutre, telle qu'elle est représentée dans la Figure, ou par le moïen d'un Tube, ou de quelque autre pareil Instrument fait pour cela, les Prismes & la Lentille sont fixés dans cette situation, l'on peut éprouver sur ce Trait de Lumière *XY* toutes les mêmes Expériences qui ont été faites sur la Lumière directe du Soleil, ce Trait composé ayant la même apparence & toutes les mêmes propriétés qu'un Trait direct de Lumière Solaire, autant que j'en puis juger par mes propres observations. Or si l'on fait des Expériences sur ce Trait-là, on pourra

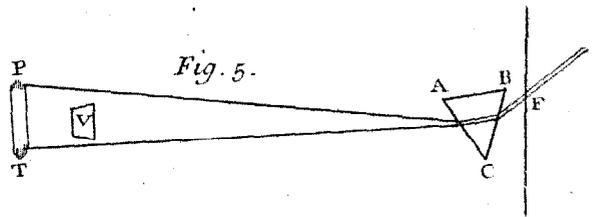
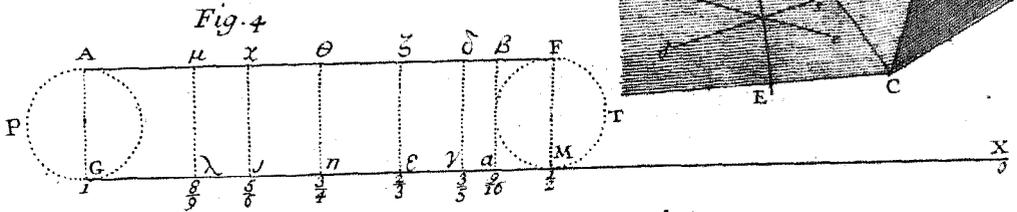
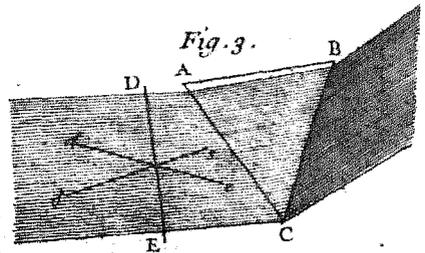
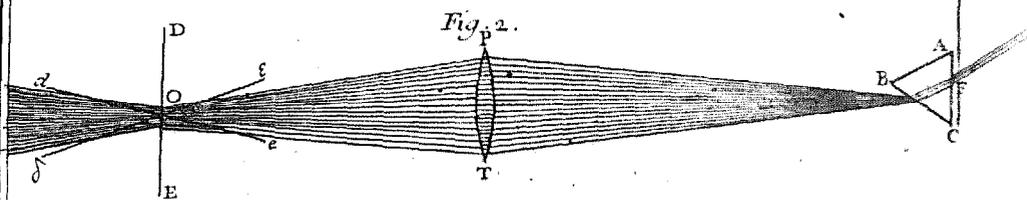
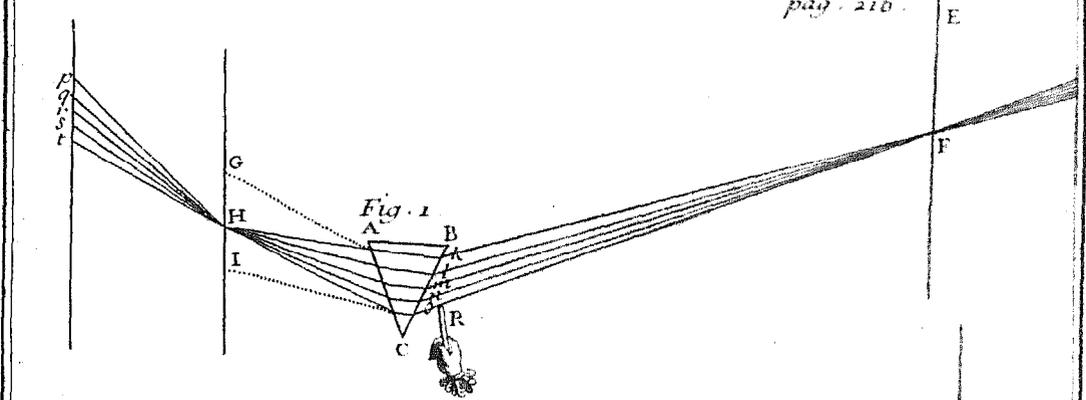
voir, en interceptant à la Lentille quelque'une des Couleurs  $p, q, r, s \& t$ , comment les Couleurs produites dans ces sortes d'Expériences, ne sont autre chose que les Couleurs que les Rayons avoient à la Lentille avant que de se réunir pour composer ce Trait; & que par conséquent elles ne proviennent d'aucunes nouvelles modifications de la Lumière qui lui soient communiquées par Réfraction & par Réflexion, mais de diverses séparations & de divers mélanges des Rayons qui ont originairement leurs qualités colorifiques.

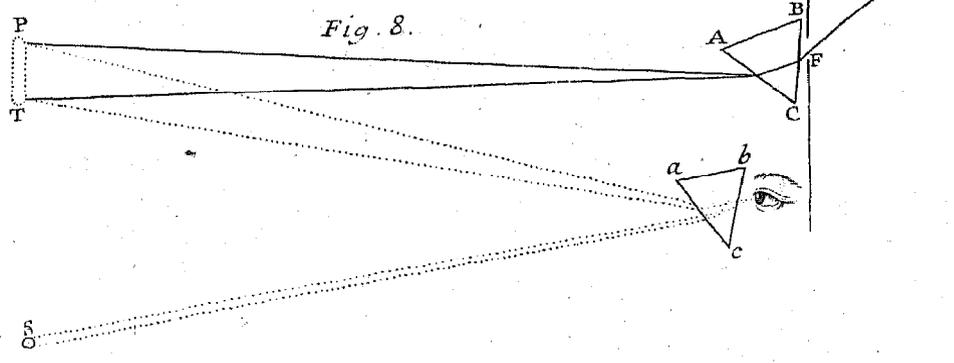
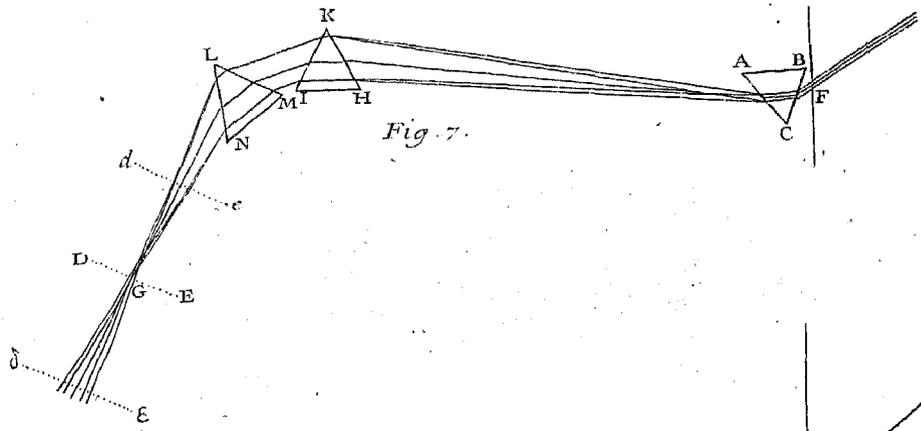
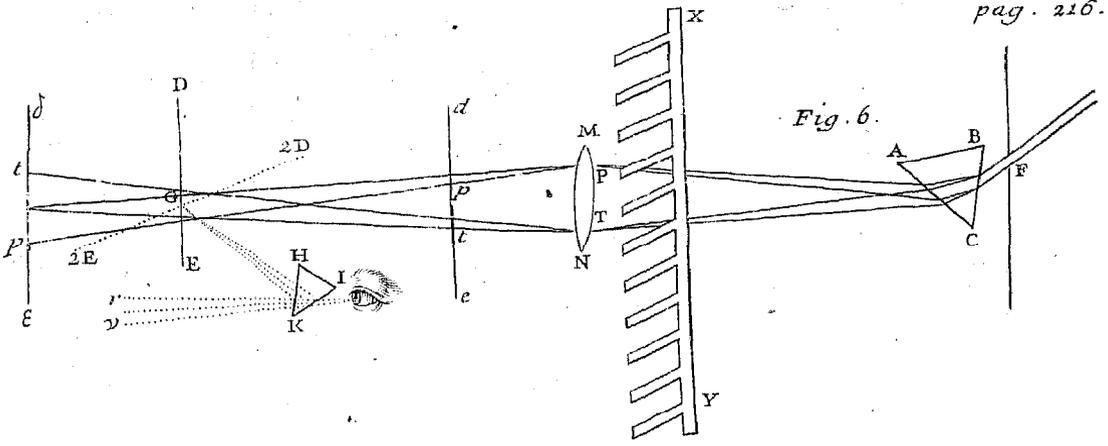
Ainsi, par exemple, après avoir formé un pareil Trait de Lumière composée, avec une Lentille de 4 pouces &  $\frac{1}{4}$  de largeur, & avec deux Prismes placés des deux côtés à 6 piés &  $\frac{1}{4}$  de distance de la Lentille, me proposant d'examiner la cause des Couleurs produites par le Prisme, je commençai par rompre ce Trait de Lumière composé  $XY$  par un autre Prisme  $HIK kh$ ; je fis tomber par ce moien-là les Couleurs Prismatiques  $P, Q, R, S, T$ , sur le Papier  $LV$  placé derrière ce Prisme. Et alors interceptant, à la Lentille, une des Couleurs  $p, q, r, s, t$ , je trouvai que cette même Couleur disparoissoit sur le Papier  $LV$ . Ainsi si le Pourpre  $p$  étoit intercepté à la Lentille, le Pourpre  $P$  sur le Papier s'évanoüissoit aussi-tôt, les autres Couleurs restant les mêmes sans en recevoir la moindre altération, excepté, peut-être, le Bleu, qui pou-

voit recevoir quelque changement par la separation de quelque peu de Pourpre , qui étant caché dans sa substance à la Lentille , en avoit été séparé par les Refractions suivantes. De même , si j'interceptois le Vert  $r$  sur la Lentille , le Vert  $R$  sur le Papier s'évanouïssoit , & ainsi du reste : ce qui montre évidemment que , comme le trait Blanc  $XY$  de Lumiere , étoit composé de différentes *Lumieres* diversement colorées à la Lentille , de même les Couleurs qui dans la suite en provenoient par de nouvelles Refractions , n'étoient autre chose que les mêmes Couleurs dont la blancheur de ce trait étoit composée. La Refraction du Prisme  $HIKk$  produit les Couleurs  $P, Q, R, S, T$ , sur le Papier , non en changeant les qualités colorifiques des Rayons , mais en separant les Rayons qui avoient absolument les mêmes qualités colorifiques avant que d'entrer dans la composition de ce même Trait rompu de Lumiere Blanche  $XY$  : Car autrement les Rayons qui étoient d'une certaine couleur à la Lentille , pouroient être d'une autre Couleur sur le Papier ; contre ce que nous montre l'Expérience.

De plus , pour voir la cause des Couleurs des Corps Naturels , ayant exposé quelques-uns de ces Corps au Trait de Lumiere  $XY$  , je trouvai qu'ils y paroïssent tous des mêmes Couleurs qu'ils ont en plein jour ; & que ces Couleurs dépendent des Rayons qui avoient

les mêmes Couleurs sur la Lentille avant que d'entrer dans la composition de ce Trait de Lumiere. Ainsi, par exemple, le Cinabre illuminé par ce Trait, paroît du même Rouge qu'en plein jour: & si vous interceptez à la Lentille les Rayons Verts, & les Bleus, sa rougeur en sera plus forte & plus vive. Mais si vous y interceptez les Rayons Rouges, le Cinabre ne paroîtra plus rouge, mais deviendra Jaune ou Vert, ou de quelque autre Couleur, selon qu'il sera illuminé de telles ou telles especes de Rayons que vous n'aurez pas intercepté. Ainsi, l'Or exposé à ce Trait *XY* paroît du même Jaune qu'en plein jour; mais si l'on intercepte à la Lentille une quantité convenable de Rayons Jaunes, l'Or paroîtra blanc comme l'Argent, (ainsi que je l'ai éprouvé) ce qui montre que sa Couleur jaune provient de la surabondance de ces Rayons interceptés, qui, lorsqu'on les laisse passer, teignent cette Blancher de leur propre Couleur. De même, l'infusion du *Bois Nephretique* (c'est encore ce que j'ai éprouvé moi-même) étant éclairée par le Trait de Lumiere *XY*, paroît Bleuë en vertu de la partie réfléchie de la Lumiere, & Rouge en vertu de sa partie transmise, comme lorsqu'on la regarde en plein jour. Mais si vous interceptez le Bleu à la Lentille, l'infusion perd aussi-tôt sa Couleur Bleuë réfléchie, dans le temps que son Rouge transmis conserve toute





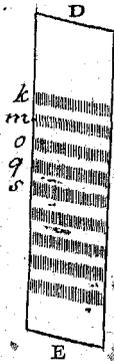


Fig. 9.

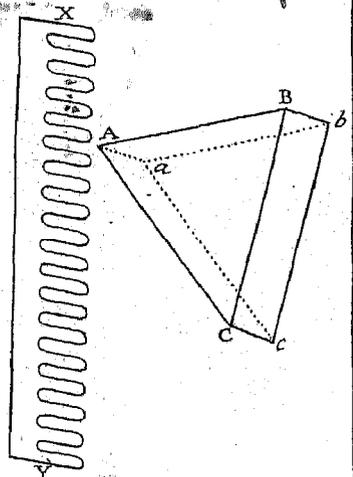


Fig. 10.

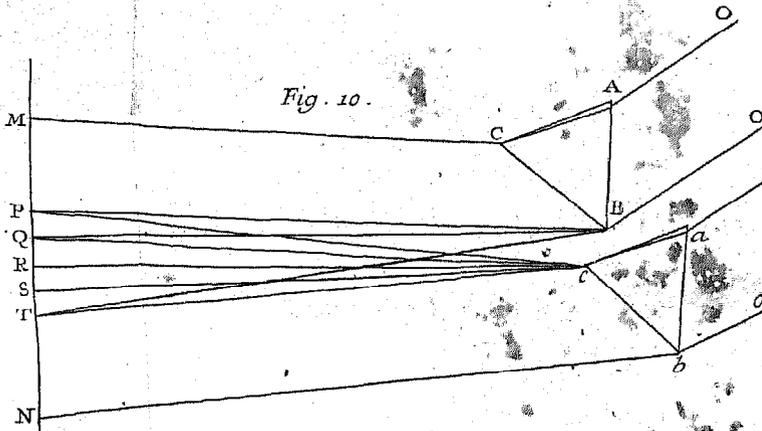


Fig. 11.

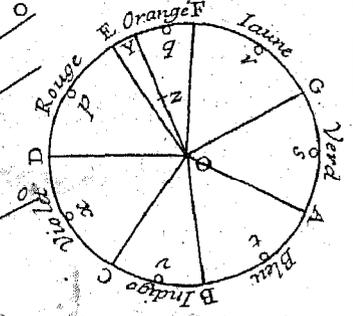


Fig. 12.

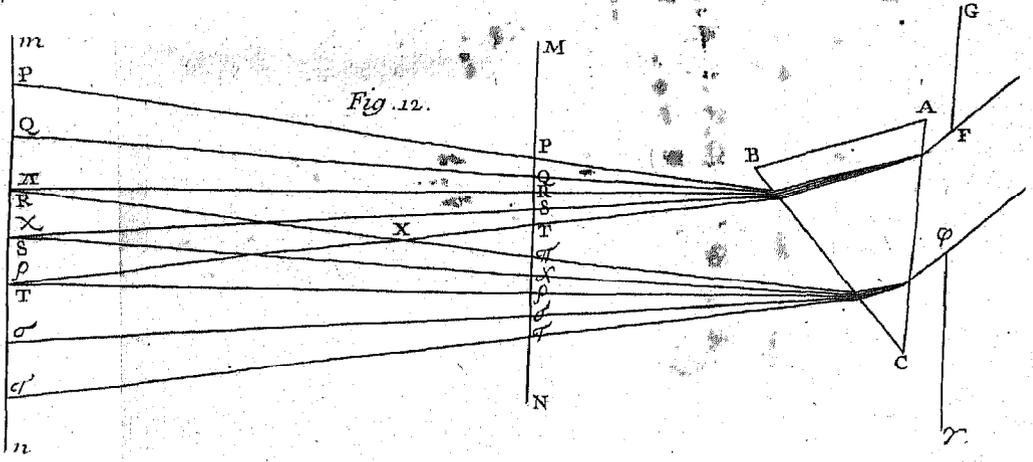


Fig. 13.

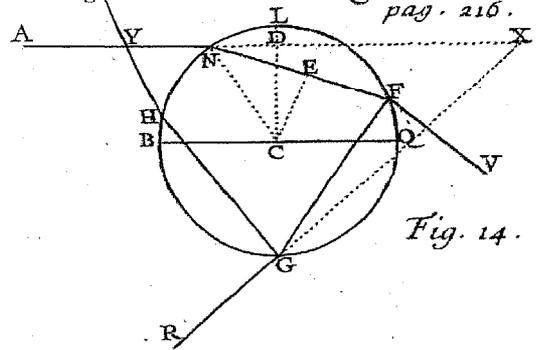
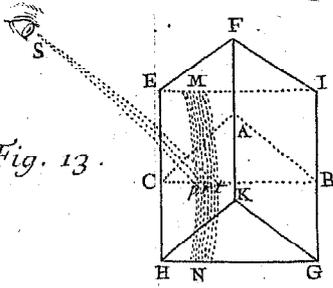


Fig. 14.

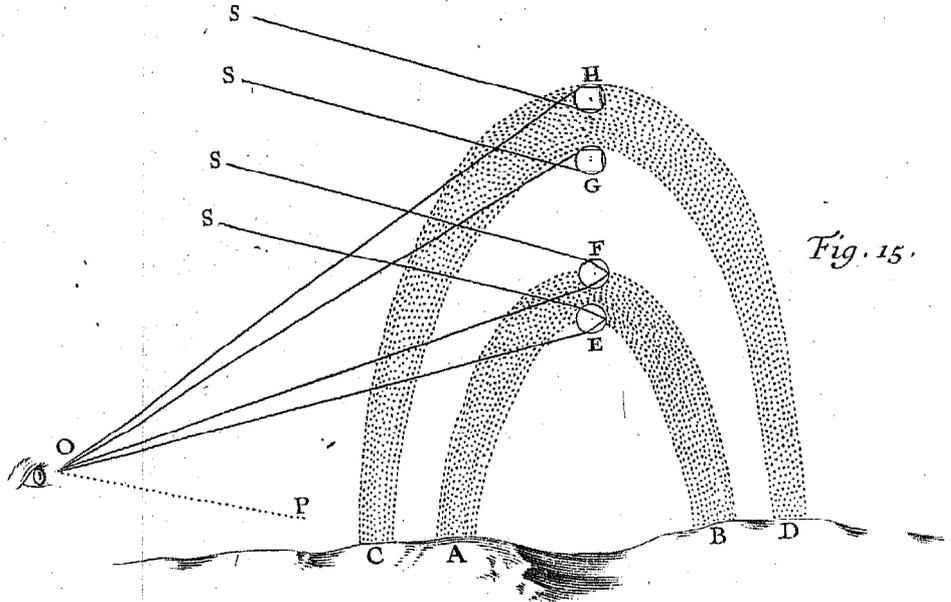


Fig. 15.

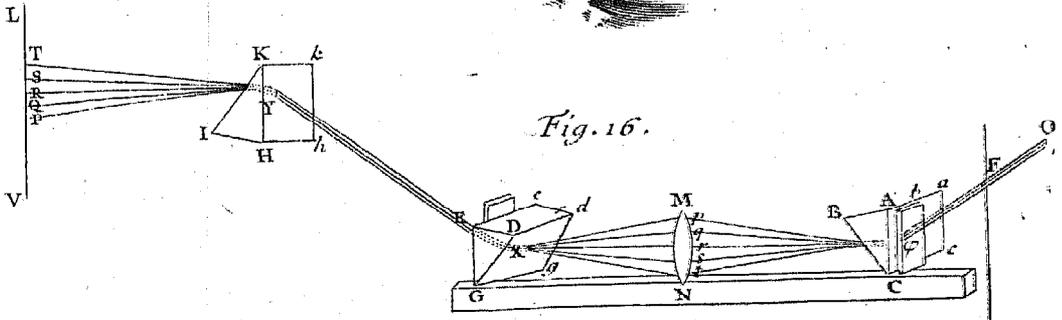
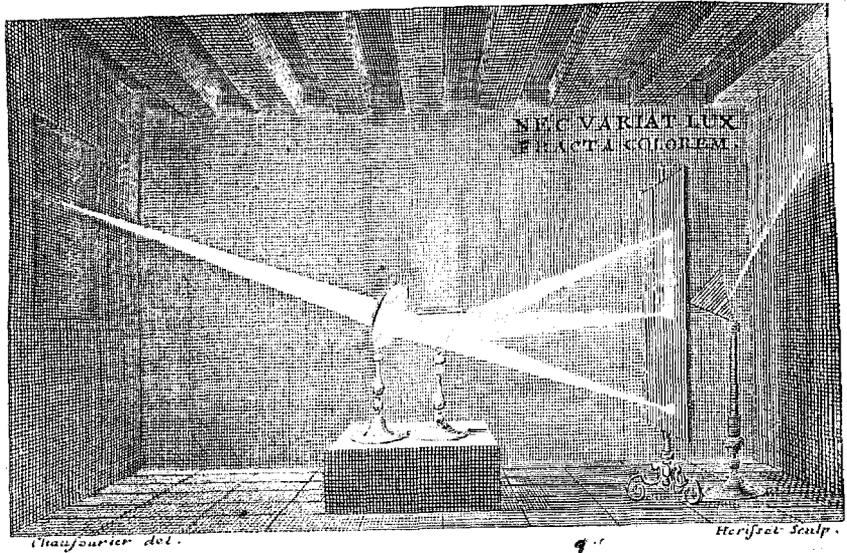


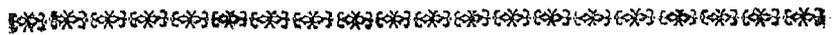
Fig. 16.

sa perfection, & devient plus fort & plus foncé par l'éloignement de quelques Rayons Bleus dont il étoit chargé. Et au contraire, si l'on intercepte à la Lentille les Rayons Rouges & ceux qui produisent l'Orangé, l'Infusion perdra son Rouge transmis, tandis que son Bleu restera, & deviendra plus plein & plus parfait. On voit par là, que cette Infusion ne teint point les Rayons en Bleu & en Rouge, mais seulement qu'elle laisse passer en plus grande abondance les Rayons qui étoient Rouges auparavant; & qu'elle réfléchit en plus grande abondance ceux qui auparavant étoient Bleus. On pourra examiner de la même manière les raisons de tout autre Phenomene, en faisant les Experiences dans ce Trait artificiel de Lumiere XY.

*Fin de la seconde Partie du premier Livre.*



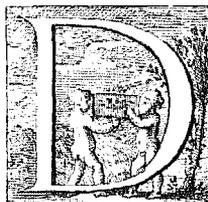
TRAITE  
 D'OPTIQUE,  
 SUR  
 LA LUMIERE  
 ET LES COULEURS.



LIVRE SECOND.

PREMIERE PARTIE.

*Observations concernant les Réflexions, les Refractions,  
 & les Couleurs des Corps minces transparents.*



AUTRES ont déjà observé que lorsque les Corps Transparents, comme le Verre, l'Eau, l'Air, &c. sont rendus fort minces, soit qu'en soufflant on les forme en bouteil-

elles, ou que de quelque autre maniere on les étende en lames; ils produisent différentes Couleurs selon la difference de leurs tenuités, quoique plus épais ils paroissent plus clairs & sans couleur. J'ai évité dans le Livre précédent de traiter de ces Couleurs; parce que la discussion m'en paroissoit plus difficile, & qu'elle n'étoit nullement necessaire pour établir les propriétés de la Lumiere que j'y devois examiner. Mais comme ces Couleurs peuvent contribuer à de nouvelles decouvertes qui tendent à perfectionner la Theorie de la Lumiere, sur tout par rapport à la constitution des parties des Corps Naturels, d'où dépendent leurs Couleurs ou leur transparence, je vais vous en rendre compte ici. Et pour le faire d'une maniere courte & distincte, je décrirai premierement mes principales Observations, & j'examinerai ensuite les consequences & l'usage qu'on en peut tirer.

PREMIERE OBSERVATION. Ayant pressé fortement deux Prismes l'un contre l'autre pour faire que leurs côtés (qui par hazard étoient tant soit peu convexes) pussent se toucher l'un l'autre, j'appergus que l'endroit par où ils se touchoient, devenoit tout-à-fait transparent comme s'ils n'eussent été, dans cet endroit-là, qu'une seule piece de verre. Car lorsque la Lumiere tomboit si obliquement sur l'Air qui se trouvoit ailleurs entre les deux Prismes, qu'elle

étoit totalement réfléchi, il sembloit que dans l'endroit du contact elle étoit entièrement transmise, de sorte qu'en regardant cet endroit-là l'on y voyoit comme une tache noire ou obscure, parce qu'il n'y avoit que peu ou point de Lumière sensible qui fut réfléchi de là, comme elle l'étoit des autres endroits; & lorsqu'on regardoit à travers ce même endroit, il paroissoit, pour ainsi dire, comme un Trou dans cet Air qui par cela même qu'il étoit comprimé entre les deux Verres, avoit la forme d'une lame très-mince. Au travers de ce Trou l'on pouvoit voir distinctement les Objets placés au-delà, qu'on ne pouvoit voir en aucune manière à travers les autres parties des verres où il y avoit de l'air entre-deux. Quoique les Verres fussent un peu convexes, cette tache transparente étoit pourtant considérablement large; & sa largeur sembloit provenir sur tout de ce que les parties des Verres mutuellement pressées, étoient réduites par cette pression à céder en dedans. Car en pressant très-fortement les deux Verres l'un contre l'autre, la tache devenoit beaucoup plus large qu'auparavant.

SECONDE OBSERVATION. Lorsqu'en tournant les Prismes autour de leur Axe commun, la lame d'Air se trouva si peu inclinée aux Rayons incidents que quelques-uns commencerent à être transmis, il s'éleva sur cette lame plusieurs Arcs déliés de différentes Couleurs.

lesquels parurent d'abord , à peu près , en forme de Conchoïdes, comme vous les voyez dessinés dans la Première Figure. En continuant le mouvement des Prismes , ces Arcs alloient en augmentant , & se courboient de plus en plus autour de la Tache transparente , jusqu'à ce qu'ils se formerent en Cercles ou Anneaux qui entouroient cette Tache , comme dans la seconde Figure ; après quoi commençant à se resserrer , ils devinrent toujours plus petits.

Lorsque ces Arcs commencerent à paroître , ils étoient Violet & Bleu , mais il y avoit entre-deux des Arcs de Cercles Blancs qui par la continuation du mouvement des Prismes , furent d'abord un peu teints , dans leurs bords intérieurs , de Rouge & de Jaune , leurs bords extérieurs étant comme frangés de Bleu : de sorte que ces Couleurs , à compter depuis la Tache obscure centrale , se trouvoient alors dans cet ordre , Blanc , Bleu , Violet , Noir , Rouge , Orangé , Jaune ; Blanc , Bleu , Violet , &c. Mais le Jaune & le Rouge étoient beaucoup plus foibles que le Bleu & le Violet.

Le mouvement des Prismes étant continué autour de leur Axe commun , ces Couleurs se retrécissoient de plus en plus , en approchant du Blanc des deux côtés jusqu'à ce qu'elles s'y perdirent entièrement. Après quoi les Cercles parurent dans ces endroits-là , Noirs & Blancs , sans mélange d'aucune autre Couleur. Mais en tour-

nant davantage les Primes, les Couleurs ressortirent d'entre le Blanc; le Violet & le Bleu par le bord interieur; le Rouge & le Jaune par le bord extérieur. De sorte que dans ce dernier cas, à compter les Couleurs depuis la Tache centrale, elles étoient dans cet ordre, Blanc, Jaune, Rouge, c'est-à-dire, dans un ordre tout contraire à celui d'auparavant.

TROISIÈME OBSERVATION. Lorsque les Anneaux, ou quelques-unes de leurs parties, ne paroissent que noirs & blancs, ils étoient très-distincts, & fort bien terminés; & le Noir en paroissoit aussi foncé que celui de la Tache centrale. De même, dans les bords des Anneaux, où les Couleurs commencerent à sortir hors du Blanc, elles étoient assés distinctes, & par cela même il y en avoit un grand nombre de visibles. J'en ai compté quelquefois jusqu'à trente successions (comptant chaque Anneau Noir & Blanc pour une succession), & j'en ai vû beaucoup plus que je ne pouvois pas compter à cause de leur petitesse. Mais les Prismes mis dans d'autres positions où les Anneaux paroissent de plusieurs Couleurs, je ne pus distinguer qu'environ huit ou neuf Anneaux de cette espece; & les extérieurs en étoient fort confus, & teints de Couleurs pales & fort foibles.

Dans ces deux Observations je trouvai que pour voir les Anneaux distincts, & teints seulement de Noir & de Blanc, je devois neces-

fairement tenir l'œil à une bonne distance des Anneaux : car lorsque j'en approchois davantage, quoique je tinsse mon œil également incliné au Plan des Anneaux, il sortoit du Blanc une Couleur bleuâtre, qui se répandant de plus en plus dans le Noir, rendoit les Cercles moins distincts, & laissoit le Blanc un peu teint de Rouge & de Jaune. Je trouvai aussi qu'en regardant au travers d'une fente, ou d'un trou oblong plus étroit que la prunelle de mon œil, & que je tenois fort près de l'œil, & parallèle aux Prismes ; je pouvois voir les Cercles plus distincts, & en beaucoup plus grand nombre qu'autrement.

IV. OBSERVATION. Pour pouvoir observer plus exactement l'ordre des Couleurs, qui sortoient des Cercles Blancs à mesure que les Rayons étoient moins inclinés à la lame d'Air, je pris deux Verres objectifs, l'un Plan-convexe propre à un Telescope de quatorze piés ; & l'autre un grand Verre, convexe des deux côtés, propre à un Telescope d'environ 50. piés ; & sur ce dernier appliquant l'autre par son côté plan, comme dans la Fig. 3. je les pressai doucement l'un contre l'autre pour donner lieu aux Couleurs de paroître successivement au milieu des Cercles : après quoi je levai doucement le Verre supérieur de dessus l'inférieur pour faire que ces Couleurs disparussent successivement au même endroit. La Couleur qui, par la pression

des deux Verres, paroïssoit la dernière au milieu des autres Couleurs, ressembloit dans le commencement de son apparition, à un Cercle d'une Couleur presque uniforme depuis la circonférence jusqu'au centre; & en pressant encore davantage les Verres, cette Couleur s'élargissoit toujours plus, jusqu'à ce qu'une nouvelle Couleur sortît de son Centre; & par là elle se changeoit en un Anneau qui entouroit cette nouvelle Couleur. Et si l'on pressoit encore plus les Verres, le Diametre de cet Anneau augmentoit, & la largeur de son Orbite ou Perimetre diminuoit jusqu'à ce qu'une nouvelle Couleur vînt à paroître dans le centre de la dernière; & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'une troisième Couleur, une quatrième, une cinquième, & d'autres nouvelles Couleurs vinssent à paroître là successivement, & se changer en Anneaux environnans la Couleur intérieure, desquels le dernier étoit la Tache Noire. Au contraire en retirant le Verre supérieur de dessus l'inférieur, le Diametre des Anneaux diminuoit, & la largeur de leur Orbite augmentoit tellement que leurs Couleurs parvenoient enfin successivement jusqu'au centre. Comme elles étoient alors d'une largeur considérable, j'en pouvois appercevoir & distinguer les especes avec plus de facilité qu'auparavant. Et par ce moyen j'observai que leur succession & leur quantité étoient telles qu'on va voir.

Après

Après la Tache centrale transparente, formée par le contact des Verres, venoit le Bleu, le Blanc, le Jaune, & le Rouge. Le Bleu étoit en si petite quantité, que je ne pouvois pas le discerner dans les Cercles faits par les Prismes; & je ne pus pas non plus y bien distinguer aucun Violet. Mais le Jaune & le Rouge étoient assés abondants; & ils occupoient à peu près autant de place que le Blanc, & quatre ou cinq fois plus que le Bleu. La suite des Couleurs dont ces Cercles étoient entourés immédiatement après, c'étoit le Violet, le Bleu, le Vert, le Jaune, & le Rouge; toutes ces Couleurs étoient abondantes & vives, excepté le Vert qui étoit en fort petite quantité, & qui paroissoit beaucoup plus pale & plus foible que le reste. Le Violet occupoit moins de place qu'aucune des quatre autres Couleurs; & le Bleu moins que le Jaune ou le Rouge. La troisième suite de Couleurs étoit le Pourpre, le Bleu, le Vert, le Jaune & le Rouge: ici le Pourpre sembloit plus rougeâtre que le Violet de la Suite précédente; & le Vert étoit beaucoup plus visible, étant aussi vif & en aussi grande quantité qu'aucune des autres Couleurs, excepté le Jaune: mais le Rouge commençoit à se ternir un peu, tirant extrêmement sur le Pourpre. Après venoit la quatrième Suite, composée de Vert & de Rouge: le Vert étoit fort abondant & fort vif, tirant d'un côté sur

le Bleu ; & de l'autre , sur le Jaune. Mais dans cette Quatrième *Suite* il n'y avoit ni Violet , ni Bleu , ni Jaune ; & le Rouge étoit fort imparfait. Les Couleurs qui succederent à celles-ci , devinrent de plus en plus foibles & imparfaites , jusqu'à ce qu'après trois ou quatre revolutions elles se terminerent en une Blancher parfaite. La forme qu'avoient toutes ces Couleurs dans le tems que les Verres étoient si comprimés qu'ils faisoient paroître la Tache noire dans le Centre , est tracée dans la *Seconde Figure* , où à , *b, c, d, e: f, g, h, i, k: l, m, n, o, p: q, r: s, t: u, x: y, z*, désignent les Couleurs suivantes , à les compter par ordre depuis le centre , NOIR, Bleu, Blanc, Jaune, Rouge: VIOLET, Bleu, Vert, Jaune, Rouge: POURPRE, Bleu, Vert, Jaune, Rouge: VERT, Rouge: BLEU verdâtre, Rouge: BLEU verdâtre, Rouge-pale: BLEU verdâtre, Blanc rougeâtre.

CINQUIÈME OBSERVATION. Pour déterminer l'intervalle des Verres ou l'épaisseur de l'Air qui étoit entre-deux par où chaque Couleur étoit produite, je mesurai le diametre des six premiers Anneaux dans la partie la plus lucide de leurs Orbites ; & les quarrant je trouvai que leurs Quarrés étoient dans la progression arithmetique des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, 11. Et comme un des Verres étoit plan, & l'autre spherique, leurs intervalles dans les endroits où paroissoient ces Anneaux, doivent

être dans la même progression. Je mesurai aussi les Diametres des Anneaux obscurs ou sombres qui étoient entre les Couleurs les plus brillantes ; & je trouvai que leurs Quarrés étoient dans la progression arithmetique des nombres pairs 2, 4, 6, 8, 10, 12. Et comme c'est une affaire très-delicatè & mal-aisée que de prendre ces mesures, je les pris diverses fois, & sur différentes parties des Verres, afin que leur uniformité me convainquît de leur justesse. J'employai la même methode pour déterminer quelques-unes des Observations suivantes.

SIXIÈME OBSERVATION. Le Diametre du sixième Anneau dans la partie la plus brillante de son Orbite étoit  $\frac{18}{100}$  parties d'un pouce ; & le Diametre de la Sphere sur laquelle le Verre Objectif convexe des deux côtés avoit été travaillé, avoit environ 102 piés, d'où j'inferai l'épaisseur de l'Air ou de la Lamè d'air qui étoit entre les Verres dans l'endroit où cet Anneau étoit formé. Mais quelque temps après, ayant soupçonné qu'en faisant cette observation je n'avois pas déterminé le Diametre de la Sphere avec assés d'exactitude ; & doutant si le Verre plan-convexe, au lieu d'être veritablement plan ; n'étoit pas un peu concave, ou bien convexe du côté que je le croyois plan ; & si je n'avois point pressé les Verres l'un contre l'autre, comme je l'avois souvent fait pour qu'ils se touchassent ( car en les pressant ainsi, leurs parties

cedent aisément en dedans, ce qui rend les Anneaux sensiblement plus larges qu'ils ne seroient si les Verres conservoient leur forme) dans cette incertitude je refis l'Expérience, & je trouvai que le Diametre du sixième Anneau lucide étoit environ  $\frac{55}{100}$  parties d'un pouce. Je refis encore l'Expérience avec l'Objectif d'un autre Telescope qui se trouva sous ma main. Cet Objectif étoit un double-Convexe dont les deux côtés étoient travaillés sur une même Sphere; & le Foyer en étoit éloigné de 83 pouces &  $\frac{2}{3}$ . Cela posé, si les Sinus d'Incidence & de Réfraction de la Lumière Jaune la plus éclatante, sont pris dans la proportion de 11 à 17, le Diametre de la Sphere sur laquelle le Verre avoit été travaillé, se trouvera, par le calcul, de 182 pouces. Je mis ce Verre-là sur un autre qui étoit plat, de sorte que la Tache Noire paroissoit au milieu des Anneaux colorés sans aucune autre pression que celle du poids du Verre. Après cela, mesurant le Diametre du cinquième Anneau obscur aussi exactement qu'il me fut possible, je trouvai qu'il étoit précisément de la cinquième partie d'un pouce. Je pris cette mesure avec un compas sur la surface supérieure du Verre supérieur, mon œil étant à environ huit ou neuf pouces de cette surface, & presque perpendiculaire au Verre qui avoit  $\frac{1}{2}$ <sup>me</sup> de pouce d'épaisseur. D'où il est aisé de conclurre que le véritable Diametre

tre de l'Anneau entre les Verres, étoit plus grand que son Diametre mesuré par dessus les Verres, dans la proportion de 80 à 79 ou environ; & que par conséquent il étoit égal à la  $\frac{16}{79}$  partie d'un Pouce; & que son véritable Demi-diametre étoit égal à  $\frac{8}{79}$  parties. Or comme le Diametre de la Sphere (182 pouces) est au Demi-diametre de ce cinquième Anneau obscur ( $\frac{8}{79}$  parties d'un pouce) de même ce Demi-diametre est à l'épaisseur de l'Air dans ce cinquième Anneau; & cette épaisseur est, par conséquent,  $\frac{32}{567931}$  ou  $\frac{100}{1774784}$  parties d'un pouce; & la cinquième partie, savoir la  $\frac{1}{88732}$  partie d'un pouce, est l'épaisseur de l'Air au premier de ces Anneaux obscurs.

Je repetai les mêmes Expériences avec un autre Objectif double-convexe, travaillé des deux côtés sur une seule & même Sphere. Son Foyer en étoit éloigné de 84 pouces  $\frac{1}{4}$ ; & par conséquent le Diametre de cette Sphere étoit de 184 pouces. Ce Verre étant posé sur le même Verre plat dont je m'étois servi dans l'Observation précédente, jé trouvai qu'ayant mesuré avec le Compas sur le Verre supérieur, le Diametre du cinquième des Anneaux obscurs, lorsque la Tache Noire parut nettement dans leur Centre sans presser les Verres, ce Diametre étoit  $\frac{221}{2000}$  parties d'un pouce; & que par conséquent entre les Verres il étoit  $\frac{1222}{20000}$ . Car le Verre supérieur avoit  $\frac{1}{8}$  de pouce d'épaisseur; &

230 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
 mon œil en étoit à 8 pouces de distance. Or  
 comme le Diametre de la Sphère est au Demi-  
 diametre de cet Anneau, de même le Demi-  
 diametre de cet Anneau est aux  $\frac{1}{88850}$  parties  
 d'un pouce. C'est donc là l'épaisseur de l'Air  
 dans l'endroit de cet Anneau; & un cinquième  
 de cette quantité, savoir  $\frac{1}{88850}^{\text{me}}$  partie d'un  
 pouce, est l'épaisseur de l'Air au premier des  
 Anneaux, comme on peut voir ci-dessus.

J'essayai la même chose en mettant ces Ver-  
 res Objectifs sur des fragments de Miroir plats;  
 & je trouvai les mêmes mesures aux Anneaux.  
 C'est pourquoi je les prendrai pour bonnes jus-  
 qu'à ce qu'on puisse les déterminer plus exacte-  
 ment par des verres taillés sur de plus grandes  
 Sphères, quoi qu'avec ces sortes de Verres il  
 faille prendre plus de soin pour que le Verre  
 sur lequel on les applique, soit exactement  
 plan.

Ces mesures furent prises dans le tems que  
 mon œil étoit presque perpendiculairement  
 placé au dessus des Verres, éloigné des Rayons  
 incidents d'environ un pouce &  $\frac{1}{4}$ ; & du Ver-  
 re, 8 pouces: de sorte que l'inclinaison des  
 Rayons au Verre, étoit d'environ quatre de-  
 grés. D'où vous comprendrez à la faveur de  
 l'*Observation* suivante, que si les Rayons eussent  
 été perpendiculaires aux Verres, l'épaisseur de  
 l'Air dans l'endroit de ces Anneaux, auroit été  
 moindre selon la proportion du Demi-diametre

tre à la Secante de quatre degrés, c'est-à-dire de 10000 à 10024. Qu'on diminue donc les épaisseurs mentionnées ci-dessus suivant cette proportion, & elles deviendront  $\frac{1}{88951}$  &  $\frac{1}{89063}$ , ou (pour employer le nombre rond, le plus approchant) la  $\frac{1}{89000}$ <sup>me</sup> partie d'un pouce. C'est là l'épaisseur de l'Air dans la partie la plus obscure du premier Anneau obscur, formé par des Rayons perpendiculaires; & la moitié de cette épaisseur multipliée par la progression 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c. donne les épaisseurs de l'Air dans les parties les plus lumineuses de tous les Anneaux les plus brillants, savoir,  $\frac{1}{178000}$ ,  $\frac{3}{178000}$ ,  $\frac{5}{178000}$ ,  $\frac{7}{178000}$ , &c. & les Moyens arithmétiques entre ces Nombres,  $\frac{2}{178000}$ ,  $\frac{4}{178000}$ ,  $\frac{6}{178000}$ , &c. sont les épaisseurs dans les parties les plus sombres de tous les Anneaux obscurs.

VII. OBSERVATION. Les Anneaux se trouvoient plus petits lorsque mon œil étoit placé perpendiculairement au dessus des Verres dans l'axe des Anneaux; & lorsque je les regardois obliquement, ils devenoient plus grands, se dilatant continuellement de tous côtés à mesure que j'éloignois mon œil de l'axe. Et partie, en mesurant le Diametre du même Cercle à différentes obliquités de mon œil, & partie par d'autres moyens, comme aussi en employant les deux Prismes dans les plus grandes obliquités; je trouvai que le Diametre de ce Cercle, & par conséquent l'épaisseur de l'Air à

232 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
 son Perimetre, étoit dans toutes ces différentes  
 obliquités, à fort peu de chose près, selon les  
 proportions exprimées dans la TABLE suivante.

<i>Angle d'Inci- dence sur l'Air</i>		<i>Angle de Re- fraction dans l'Air.</i>		<i>Diametre de l'Anneau.</i>	<i>Épaisseur de l'Air.</i>
Degr.	Minut.				
00	00	00	00	10	10
06	26	10	00	10 $\frac{1}{13}$	10 $\frac{2}{13}$
12	45	20	00	10 $\frac{1}{3}$	10 $\frac{2}{3}$
18	49	30	00	10 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{4}$
24	30	40	00	11 $\frac{2}{5}$	13
29	37	50	00	12 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$
33	58	60	00	14	20
35	47	65	00	15 $\frac{1}{4}$	23 $\frac{1}{4}$
37	19	70	00	16 $\frac{4}{5}$	28 $\frac{1}{4}$
38	33	75	00	19	37
39	27	80	00	22 $\frac{4}{7}$	52 $\frac{1}{4}$
40	00	85	00	29	84 $\frac{1}{10}$
40	11	90	00	35	122 $\frac{1}{2}$

Dans les deux premières Colonnes sont exprimées les Obliquités des Rayons incidents & émergents, à la lame d'Air, c'est-à-dire, leurs Angles d'Incidence & de Refraction. Dans la troisième Colonne, le Diametre d'un Anneau coloré quelconque dans toutes ces Obliquités, est exprimé par telles parties que dix de ces parties composent le Diametre de cet Anneau lorsque

lorsque les Rayons perpendiculaires. Et dans la quatrième Colonne l'épaisseur de l'Air, dans l'endroit de la circonférence de cet Anneau, est aussi exprimée par telles parties que dix de ces parties y composent son épaisseur lorsque les Rayons sont perpendiculaires.

De ces Mesures je croi pouvoir déduire cette Règle, *Que l'épaisseur de l'Air est proportionnelle à la Secante d'un Angle dont le Sinus est un certain Moyen proportionnel entre les Sinus d'Incidence & de Refraction.* Et ce Moyen proportionnel, autant que je puis le déterminer par ces mesures, est le premier de 106 Moyens proportionnels arithmétiques entre ces Sinus, à compter depuis le plus grand Sinus, c'est-à-dire, depuis le Sinus de Refraction, lorsque la Refraction se fait du Verre dans la lame d'Air; ou depuis le Sinus d'Incidence lorsque la Refraction se fait de la lame d'Air dans le Verre.

VIII. OBSERVATION. La Tache obscure qui étoit au milieu des Anneaux, augmentoit aussi étant regardée obliquement, quoique d'une manière presque insensible. Mais si au lieu des Verres Objectifs j'employois des Prismes, son agrandissement étoit plus sensible lorsqu'on la regardoit si obliquement qu'il ne paroïssoit aucune Couleur à l'entour. Elle étoit la plus petite qui se pût, lorsque les Rayons tomboient le plus obliquement qui se pouvoit sur l'Air d'entredeux; & à mesure que l'obliquité dimi-

nuoit, la Tache alloit toujourns en augmentant jusqu'à ce que les Anneaux colorés vinssent à paroître, après quoi elle diminuoit encore, mais pas si fort qu'elle avoit augmenté auparavant. D'où il est évident, que la transparence n'étoit pas seulement dans le contact absolu des Verres, mais encore dans les endroits où il y avoit quelque petit intervalle entredeux. J'ai observé quelquefois que le Diametre de cette Tache étoit entre la moitié & les deux cinquièmes du Diametre de la circonférence extérieure du Rouge dans la première *Suite* des Couleurs, lorsqu'on regardoit cette Tache presque perpendiculairement; mais que regardée obliquement, elle disparoissoit tout-à-fait, devenant opaque & blanche, comme les autres parties du Verre: d'où l'on peut conclurre qu'alors les Verres se touchoient à peine l'un l'autre, ou même qu'ils ne se touchoient point, & que leur distance dans l'endroit du Perimetre de cette Tache regardée perpendiculairement, étoit environ la cinquième ou sixième partie de leur distance dans l'endroit de la circonférence du Rouge mentionné ci-dessus.

IX. OBSERVATION. En regardant à travers les deux Objectifs contigus, je trouvai que l'Air interposé faisoit voir des Anneaux colorés en transmettant la Lumière aussi-bien qu'en la réfléchissant. Mais alors la Tache centrale étoit blanche; & à compter les Couleurs de là, elles

paroissoient dans cet ordre , ROUGE jaunâtre ; NOIR , Violet , Bleu , Blanc , Jaune , Rouge ; VIOLET , Bleu , Vert , Jaune , Rouge , &c. Mais ces Couleurs étoient très-foibles , hormis lorsque la Lumiere passoit fort obliquement au travers des Verres : car par ce moyen elles devenoient assez vives. Seulement le premier Rouge jaunâtre , comme le Bleu dans la *Quatrième Observation* , étoit si mince & si foible qu'à peine pouvoit-on le discerner. En comparant ces Anneaux produits par une Lumiere transmise, avec les Anneaux colorés produits par une Lumiere réfléchie, je trouvai que le Blanc étoit opposé au Noir, le Rouge au Bleu, le Jaune au Violet, & le Vert à une Couleur composée de Rouge & de Violet : c'est-à-dire , que les parties du Verre , qui lorsqu'on regardoit dessus , paroissoient blanches , étoient noires lorsqu'on les voyoit en regardant à travers ; & qu'au contraire celles qui dans le premier cas paroissoient Noires , paroissoient Blanches dans le second. De même aussi celles qui dans le premier cas paroissoient Bleüës , dans l'autre paroissoient Rouges ; & qu'il en étoit de même de toutes les autres Couleurs. Vous en pouvez voir la maniere dans la troisième *Figure* où *AB* , *CD* , sont les Surfaces des Verres qui se touchent en *E* ; les Lignes Noires tracées entredeux , sont les distances de ces Surfaces en progression arithmerique ; les Couleurs écrites au dessus ,

sont vuës par une Lumière réfléchie ; & celles qui sont écrites au dessous, par une Lumière transmise.

X. OBSERVATION. Ayant un peu mouillé les bords des Verres Objectifs, l'Eau se glissa lentement entredeux ; & les Anneaux en devinrent plus petits, & les Couleurs plus foibles : de sorte qu'à mesure que l'Eau s'insinuoit plus avant, une moitié des Anneaux où elle parvint premièrement, parut détachée de l'autre moitié des mêmes Anneaux, & resserrée dans un plus petit espace. Ayant mesuré ces Anneaux, je trouvai que la proportion de leurs Diamètres aux Diamètres de pareils Anneaux produits par une lame d'Air, étoit environ comme de 7 à 8 ; & par conséquent les intervalles des Verres, dans les endroits des Cercles égaux produits par ces deux Milieux, l'Eau & l'Air, sont à peu près comme 3 à 4. Et peut-être pourroit-on établir pour Règle generale : que si quelque autre Milieu plus ou moins dense que l'Eau, est comprimé entre deux Verres, les intervalles de ces Verres dans les endroits où les Anneaux seront produits par ce Milieu-là, seront aux intervalles des mêmes Verres dans les endroits où de pareils Anneaux sont produits par un Air interposé, comme sont entr'eux les Sinus qui mesurent la Refraction qui se fait de ce Milieu-là dans l'Air.

XI. OBSERVATION. Lorsque l'Eau étoit

entre les Verres , si je pressois diversement le Verre superieur par les extrémités pour faire passer plus promptement les Anneaux d'un endroit à l'autre , une petite Tache Blanche suivoit immédiatement leur centre ; mais l'Eau d'alentour venant à s'insinuer dans cet endroit-là , la Tache dispaeroissoit tout aussi-tôt : elle avoit la même apparence & les mêmes Couleurs qu'auroit produit l'Air interposé. Mais ce n'étoit pas de l'Air ; car s'il arrivoit qu'il y eut dans l'Eau quelques Bulles d'Air , elles ne dispaeroissoient point. Il falloit donc que cette Réflexion fut causée par un Milieu plus subtil , qui pouvoit échapper à travers les Verres pour faire place à l'Eau.

XII. OBSERVATION. Je fis ces Observations au grand jour. Mais pour examiner plus précisément les effets de la Lumiere colorée qui tomboit sur les Verres , j'obscurcis la chambre ; & je regardai ces Verres que j'avois illuminés par la Réflexion des Couleurs *Prismatiques* jettées sur une feuille de Papier blanc , mon œil étant placé de telle maniere que par Réflexion je pouvois voir le Papier coloré dans ces Verres comme dans un Miroir. Par ce moyen-là les Anneaux devinrent plus distincts , & j'en découvris une plus grande quantité qu'au grand jour : de cette maniere j'en ai vû quelquefois plus de vingt , au lieu qu'au grand jour je n'ai jamais pû en discerner plus de huit ou neuf.

XIII. OBSERVATION. Ayant avec moi une Personne qui tournoit un Prisme çà & là autour de son Axe, afin que les Couleurs pussent tomber successivement sur cette partie du Papier que l'endroit des Verres où paroïssent les Cercles, me faisoit voir par Réflexion; & qu'ainsi toutes les Couleurs fussent réfléchies, chacune à son tour, des Cercles à mon œil qui restoit immobile pendant tout ce temps-là: je trouvai que les Cercles ou Anneaux formés par la Lumière Rouge, étoient visiblement plus grands que ceux qui étoient formés par le Bleu & le Violet; & il y avoit du plaisir à les voir se dilater ou se contracter par degrés, à mesure que la Couleur de la Lumière venoit à changer. L'Intervalle des Verres dans l'endroit d'un Anneau, quel qu'il fût, lorsqu'il étoit formé par le Rouge le plus parfait, étoit à leur Intervalle dans l'endroit du même Anneau lorsqu'il étoit formé par le Violet le plus parfait, dans une plus grande proportion que de 3 à 2, & dans une moindre que de 13 à 8. Suivant la plupart de mes Observations, c'étoit comme 14 à 9. Et cette proportion me parut, à fort peu près, la même dans toutes les obliquités de mon œil, excepté lorsqu'au lieu des Verres Objectifs j'employois deux Prismes. Car alors à une certaine grande obliquité de mon œil, les Anneaux formés par différentes Couleurs, sembloient égaux; & à une plus grande obliquité, ceux qui étoient

formés par le Violet , étoient plus grands que les mêmes Anneaux formés par le Rouge , la Réfraction du Prisme faisant en ce cas-là que les Rayons les plus refrangibles tomboient plus obliquement sur la lame d'Air que les Rayons les moins refrangibles. Tel fut le succès de cette Experience sur la Lumiere colorée , lorsqu'elle étoit assez forte & assez abondante pour rendre les Anneaux sensibles. D'où l'on peut conclure que , si les Rayons qui sont les plus refrangibles , & ceux qui le sont le moins , avoient été en assez grande quantité pour rendre les Anneaux sensibles sans mélange d'autres Rayons , la proportion qui étoit ici comme de 14 à 9 , auroit été un peu plus grande , supposé comme de  $14\frac{1}{4}$  ou comme de  $14\frac{1}{2}$  à 9.

XIV. OBSERVATION. Tandis que le Prisme étoit tourné autour de son Axe d'un mouvement uniforme pour faire que les Couleurs tombassent successivement sur les Verres Objectifs , & que par ce moyen les Anneaux se contractassent & se dilatassent ; la contraction ou la dilatation de chaque Anneau , qui étoit ainsi produite par la variation de ses Couleurs , étoit plus prompte dans le Rouge , & plus lente dans le Violet : & elles avoient les Couleurs moyennes dans des degrés moyens de célérité. Ayant comparé la quantité de contraction & de dilatation qui étoit produite par tous les degrés de chaque Couleur , je trouvai qu'elle étoit la plus

grande de toutes dans le Rouge, moindre dans le Jaune, moindre encore dans le Bleu, & la moindre de toutes dans le Violet. Et pour faire une estimation aussi juste qu'il me seroit possible des proportions de leurs contractions & dilatations, j'observai que toute la contraction ou la dilatation du Diametre d'un Anneau quelconque, formé par tous les degrés du Rouge, étoit à la contraction ou à la dilatation du Diametre du même Anneau, formé par tous les degrés du Violet, environ comme 4 à 3, ou 5 à 4; & que lorsque la Lumière étoit de la Couleur moyenne entre le Jaune & le Vert, le Diametre de l'Anneau étoit, à peu de chose près, un Moyen arithmétique entre le plus grand Diametre du même Anneau produit par le Rouge le plus extérieur, & son plus petit Diametre produit par le Violet le plus extérieur. Ce qui est tout opposé à ce qui arrive aux Couleurs du Spectre oblong formé par la Refraction d'un Prisme, où le Rouge se trouve le plus contracté, & le Violet le plus dilaté, & où les confins du Vert & du Bleu sont au milieu de toutes ces Couleurs. D'où l'on peut inferer, à mon avis, que les différentes épaisseurs de l'Air entre les Verres, dans les endroits où l'Anneau est produit successivement & par ordre, par les limites des cinq principales Couleurs (le Rouge, le Jaune, le Vert, le Bleu, & le Violet), c'est-à-dire, par le Rouge le plus extérieur, par les  
confins

confins du Rouge & du Jaune au milieu de l'Orangé, par les confins du Vert & du Bleu, par les confins du Bleu & du Violet au milieu de l'Indigo, & par l'extremité du Violet : je croi, dis-je, que les différentes épaisseurs de l'Air dans tous ces endroits-là sont l'une à l'autre, à fort peu de chose près, comme les six longueurs d'une Corde de Musique, qui dans une Sixte Majeure produisent les Notes suivantes, *sol, la, mi, fa, sol, la*. Mais on se conformera encore mieux à l'Observation, si l'on dit que les différentes épaisseurs de l'Air entre les Verres, dans les endroits où les Anneaux sont formés successivement par les limites des sept Couleurs suivantes, selon le rang que je leur donne ici, le Rouge, l'Orangé, le Jaune, le Vert, le Bleu, l'Indigo, le Violet, sont entre elles comme les Racines cubiques des Quarrés des huit longueurs d'une Corde de Musique, qui rendent les Notes d'une Octave, *sol, la, fa, sol, la, mi, fa, sol*, c'est-à-dire, comme les Racines cubiques des Quarrés des nombres

$1, \frac{8}{27}, \frac{1}{6}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{2}{15}, \frac{1}{2}$ .

XV. OBSERVATION. Ces Anneaux n'étoient pas de différentes Couleurs comme ceux qui sont formés au grand jour, mais ils paroissent par tout de la seule Couleur *prismatique* dont ils étoient illuminés. Et en faisant tomber les Couleurs prismatiques immédiatement sur les Verres, je trouvai que la Lumiere qui tom-

boit sur les Espaces obscurs qui étoient entre les Anneaux colorés, passoit au travers des Verres sans changer de Couleur. Car si on mettoit un Papier blanc derrière les Verres, cette Lumière y peignoit des Anneaux de la même Couleur que ceux qui étoient réfléchis, & de la même grandeur que les Espaces moyens au travers desquels passoit la Lumière. Cela même fait voir évidemment l'origine de ces Anneaux, c'est-à-dire que l'Air d'entre les Verres, selon sa différente épaisseur, est disposé en certains endroits à réfléchir, & en d'autres à laisser passer la Lumière de quelque Couleur que ce soit (comme vous pouvez le voir représenté dans la quatrième *Figure*) & à réfléchir la Lumière d'une Couleur dans le même endroit où il laisse passer la Lumière d'une autre Couleur.

XVI. OBSERVATION. Les Quarrés des Diamètres de ces Anneaux formés par une Couleur prismatique quelconque, étoient en progression arithmétique, comme dans la *cinquième Observation*. Et le Diamètre du sixième Anneau, lorsqu'il étoit formé par un Jaune de Citron, & vû presque perpendiculairement, étoit environ  $\frac{18}{100}$  parties d'un Pouce, ou un peu moins, conformément à la *sixième Observation*.

Les Observations précédentes ont été faites sur une lame fort mince d'un Milieu très rare terminé par un plus dense, tel que l'Eau ou l'Air, comprimé entre deux Verres. Dans cel-

Les qui suivent, j'exposerai les apparences produites sur des plaques minces d'un Milieu plus dense environné d'un plus rare, comme sont les plaques d'un Talc diaphane qui nous vient de Moscovie, les Bulles d'eau, & quelques autres Substances minces, terminées par l'Air de tous côtés.

XVII. OBSERVATION. Si en soufflant dans de l'Eau qui aura été épaissie avec un peu de Savon, on élève une Bulle, c'est une Observation commune qu'après un certain temps cette Bulle paroît teinte d'une grande variété de Couleurs. Pour mettre ces sortes de Bulles à couvert de l'agitation de l'Air extérieur, qui poussant irrégulièrement leurs Couleurs l'une dans l'autre, empêche qu'on n'en puisse faire le sujet d'une Observation exacte; aussi-tôt que j'en avois élevé une, je la couvrois d'un Verre fort transparent; & par ce moyen ses différentes Couleurs paroissoient dans un ordre très-régulier, comme autant d'Anneaux concentriques, qui entouroient le haut de la Bulle. Et à mesure que l'Eau, en s'écoulant continuellement en bas, rendoit la Bulle plus mince, ces Anneaux se dilatoient lentement, & se répandoient sur toute la Bulle, descendant par ordre jusqu'au bas, où ils dispa-roissoient chacun à son tour. Cependant après que toutes les Couleurs eurent paru au haut de la Bulle, il se forma dans le centre des Anneaux une petite Tache

244 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
noire & ronde, comme celle qui a été décrite dans la *premiere Observation*, laquelle Tache se dilatoit continuellement jusqu'à ce qu'elle eût acquis plus de la moitié ou des trois quarts d'un pouce en largeur avant que la Bulle crevât. Je crus d'abord que l'Eau ne réfléchissoit aucune Lumière dans cet endroit-là; mais observant la chose de plus près, je découvris au dedans de cette Tache plusieurs autres Taches rondes plus petites, lesquelles paroissent beaucoup plus noires & plus sombres que le reste: ce qui me fit connoître qu'il se faisoit quelque Reflexion dans les autres endroits qui n'étoient pas si obscurs que ces petites Taches-là. Et par un examen plus précis je trouvai que je pouvois voir les Images de certaines choses (comme d'une Chandelle ou du Soleil) à la faveur d'une Reflexion languissante, non seulement dans la grande Tache Noire, mais aussi dans les petites plus obscures qui étoient au dedans de la grande.

Outre les Anneaux colorés dont je viens de parler, il paroissoit souvent de petites Taches colorées qui montoient & descendoient le long de la Bulle, à cause de quelques inégalités que l'Eau produisoit sur sa surface en s'écoulant en bas. Et quelquefois il se trouvoit des Taches noires produites sur les côtés de la Bulle, lesquelles montant vers la plus grande Tache Noire au haut de la Bulle, s'unissoient à elle.

XVIII. OBSERVATION. Parce que les Couleurs de ces Bulles étoient plus étenduës & plus vives que celles de l'Air comprimé entre deux Verres, & par cela même plus aisées à distinguer, je vous donnerai ici une plus ample description de leur ordre, tel qu'on pouvoit l'observer en les regardant par la Reflexion d'un Ciel blanchâtre, après avoir placé un Corps noir derriere la Bulle. Les voici selon cet ordre, ROUGE, Bleu; ROUGE, Bleu; ROUGE, Bleu; ROUGE, Vert; ROUGE, Jaune, Vert, Pourpre; ROUGE, Jaune, Vert, Bleu, Violet; ROUGE, Jaune, Blanc, Bleu, Noir.

Les trois premieres Suites de Rouge & de Bleu, étoient d'une Couleur fort foible & fort fale, sur tout la premiere où le Rouge paroissoit quasi Blanc. Dans ces trois Suites il y avoit à peine aucune autre Couleur sensible que le Rouge & le Bleu; seulement le Bleu (sur tout dans la seconde Suite) tiroit un peu sur le Vert.

Le quatrième Rouge étoit aussi foible & fale, mais il ne l'étoit pas tant que les trois précédents. Après cela venoit peu ou point de Jaune, mais quantité d'un Vert qui d'abord tiroit un peu sur le Jaune, & se changeoit ensuite en un Vert-de-faule assez vif & bien marqué, lequel après cela degeneroit en une Couleur Bleuâtre, mais qui n'étoit suivie ni de Bleu ni de Violet.

Dans la cinquième Suite, d'abord le Rouge tiroit beaucoup sur le Pourpre, & devint ensuite plus éclatant & plus vif, mais non pas pourtant fort net. A ce Rouge succédoit un Jaune fort éclatant, & très-foncé, mais en petite quantité, & qui se changea bien-tôt en un Vert abondant, un peu plus net, plus chargé, & plus vif que le Vert précédent. Après cela venoit un excellent Bleu, un Bleu-celeste très-éclatant, & ensuite un Pourpre qui étoit en moindre quantité que le Bleu, & fort approchant du Rouge.

Dans la sixième Suite, le Rouge fut d'abord d'une Couleur d'écarlatte très-belle & très-vive; & bien-tôt après il devint plus éclatant, étant fort net, fort vif, & le plus beau de tous les Rouges. Ensuite, après un vif Orangé vint un Jaune foncé, brillant & copieux qui étoit aussi le meilleur de tous les Jaunes; lequel se changea premièrement en Jaune verdâtre, & puis en Bleu verdâtre: mais le Vert entre le Jaune & le Bleu, étoit en très-petite quantité, & si lavé qu'il ressembloit plutôt à un Blanc verdâtre qu'à un véritable Vert. Le Bleu qui parût immédiatement après, devint fort bon, & d'un fort beau Bleu-celeste, très-vif, quoi qu'un peu inférieur au Bleu-celeste précédent: & le Violet étoit foncé, avec peu ou point de Rouge, & en plus petite quantité que le Bleu.

Dans la dernière *Suite*, le Rouge parut d'abord d'une teinture d'écarlate approchante du Violet, laquelle se changea bien-tôt en une Couleur plus brillante tirant sur l'Orangé: & le Jaune qui suivit fut d'abord assez bon & assez vif, mais dans la suite il devint plus foible, jusqu'à se terminer par degrés en un Blanc parfait. Et si l'Eau étoit fort visqueuse & dûment épaisie, ce Blanc se répandoit & se dilatoit lentement sur la plus grande partie de la Bulle, devenant toujours plus pale vers le haut, où enfin il se fendoit en plusieurs endroits: & à mesure que ces fentes se dilatoient, elles paroissoient d'un Bleu-celeste assez bon, mais obscur & sombre. Pour le Blanc qui se trouvoit entre les Taches Bleuës, il diminua jusqu'à ce qu'il devint semblable aux mailles d'un Rezeau irregulier; & bien-tôt après il s'évanoüit en laissant toute la partie supérieure de la Bulle, d'un Bleu obscur, tel que celui que je viens de décrire. Ce Bleu-là se dilatoit vers le bas de la même maniere que le Blanc mentionné ci-dessus, jusqu'à envelopper quelquefois toute la Bulle. Cependant sur le haut qui étoit d'un Bleu plus obscur que le bas, & qui paroissoit aussi plein de plusieurs Taches bleuës de figure ronde, un peu plus sombres que le reste, il paroissoit une ou plusieurs Taches extrêmement noires; & au dedans de ces Taches on en voyoit d'autres d'un

Noir plus foncé, desquelles j'ai parlé dans l'Observation précédente. Ces dernières se dilatoient continuellement jusqu'à ce que la Bulle vint à crever.

Lorsque l'Eau n'étoit pas fort visqueuse, il éclairoit des Taches noires dans le Blanc, sans aucun mélange sensible de Bleu. Et quelquefois elles éclatoient dans le Jaune, ou dans le Rouge précédent, ou peut-être dans le Bleu du second ordre, avant que les Couleurs moyennes eussent eu le temps de se déployer.

Vous pouvez voir par cette description, quelle grande affinité il y a entre ces Couleurs, & celles qui s'engendrent dans les Lames d'Air, & qui ont été décrites dans la *Quatrième Observation*, quoique celles-là soient rangées dans un ordre tout contraire, parce qu'elles commencent à paroître lorsque la Bulle est la plus épaisse; & qu'il est plus convenable de les compter de la partie la plus basse & la plus épaisse de la Bulle vers la plus haute.

XIX. OBSERVATION. Regardant en différentes positions obliques de l'œil, les Anneaux colorés qui venoient à paroître au haut de la Bulle, je trouvai qu'ils se dilatoient sensiblement, à mesure que l'obliquité de l'œil augmentoit, quoi qu'il s'en fallût beaucoup qu'ils se dilataissent autant que ceux dont il est parlé dans la *septième Observation*, lesquels étoient formés par une Lame d'Air rendue fort mince. Car ces  
derniers

derniers se dilatoient si fort , que lorsqu'on les regardoit le plus obliquement , ils arrivoient à une partie de la *Lame d'Air* plus de douze fois plus épaisse que celle où ils paroissoient lorsqu'on les regardoit perpendiculairement ; au lieu que dans le cas présent , les Anneaux vûs le plus obliquement, se trouvoient alors dans un endroit où l'épaisseur de l'Eau étoit à l'épaisseur qu'elle avoit dans l'endroit où ils étoient vûs par des Rayons perpendiculaires, dans une proportion un peu moindre que de 8 à 5. Suivant mes Observations les plus exactes, c'étoit entre 15 &  $15\frac{1}{2}$  à 10 : de sorte que l'accroissement de ces Anneaux est 24 fois moindre que celui des Anneaux qu'on voit dans une *Lame d'Air*.

Quelquefois la Bulle devenoit d'une épaisseur uniforme par tout , excepté vers le sommet , tout près de la Tache Noire ; ce que j'inferai de ce que dans toutes les positions de l'œil la Bulle présentoit la même apparence de Couleurs. Et alors les Couleurs qu'on voyoit sur sa circonférence apparente par les Rayons les plus obliques , étoient différentes de celles qu'on voyoit en d'autres endroits par des Rayons moins inclinés à la Bulle. Et la même partie de cette Bulle paroissoit de différentes Couleurs à divers Spectateurs qui la regardoient selon des obliquités fort différentes. Or considérant combien les différentes obliquités des Rayons , fai-

250 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
 soient varier les Couleurs dans les mêmes en-  
 droits de la Bulle, ou en différents endroits  
 d'égal épaisseur; je conclus en vertu de la  
 quatrième *Observation*, de la quatorzième, de la  
 seizième, & de la dix-huitième, selon qu'elles  
 sont expliquées dans la suite, que l'épaisseur  
 de l'Eau requise pour faire paroître une seule  
 & même Couleur, suivant différentes obliquités,  
 est, à peu près, dans la Proportion exprimée  
 dans cette TABLE.

<i>Incidences des Rayons sur l'Eau.</i>		<i>Leur Refraction en passant dans l'Eau.</i>		<i>L'Épaisseur de l'Eau.</i>
Degr.	Min.	Degr.	Min.	
00	00	00	00	1 0
15	00	11	11	1 0 $\frac{1}{4}$
30	00	22	1	1 0 $\frac{4}{5}$
45	00	32	2	1 1 $\frac{4}{5}$
60	00	40	30	1 3
75	00	46	25	1 4 $\frac{1}{2}$
90	00	48	35	1 5 $\frac{1}{5}$

Dans les deux premières Colomnes sont ex-  
 primées les Obliquités des Rayons à la surface  
 de l'Eau, c'est-à-dire, leurs Angles d'Inciden-  
 ce & de Refraction: où je suppose que les  
 Sinus qu'elles mesurent, sont en nombres ronds,  
 comme 3 à 4, quoi qu'apparemment le Savon  
 dissous dans l'Eau, cause quelque petite altera-

tion à sa vertu refractive. Dans la troisième Colonne, l'épaisseur de la Bulle, par laquelle une Couleur quelconque est produite dans ces différentes obliquités, est exprimée en parties, dont dix composent l'épaisseur propre à produire cette Couleur, lorsque les Rayons sont perpendiculaires. Et la Regle qui résulte de la septième *Observation*, s'accorde fort bien avec ces mesures, si l'on en fait une juste application: c'est que l'épaisseur d'une lame d'Eau, requise pour produire une seule & même Couleur, à différentes obliquités de l'œil, est proportionnelle à la Secante d'un Angle dont le Sinus est le premier de 106 Moyens Arithmétiques proportionnels entre les Sinus d'Incidence & de Refraction, à compter depuis le plus petit des Sinus, c'est-à-dire, depuis le Sinus de Refraction lorsque la Refraction se fait de l'Air dans l'Eau; mais de l'Eau dans l'Air, depuis le Sinus d'Incidence.

J'ai observé quelquefois, que les Couleurs qui paroissent sur l'Acier poli lorsqu'il est échauffé, ou sur le Metal de cloche, & sur quelques autres Substances métalliques lorsqu'on les jette toutes fonduës sur la terre, où elles peuvent se refroidir en plein air; ont souffert, comme les Couleurs des Bulles d'Eau, quelques petits changements, étant regardées à différentes obliquités; & que sur tout le Bleu foncé, ou le Violet, regardé fort obliquement, s'est changé en

un Rouge foncé. Mais les changemens de ces Couleurs ne sont pas si grands ni si sensibles que ceux qui arrivent aux Couleurs produites par l'Eau. Car la Scorie ou la partie vitrifiée du Metal, que la plûpart des Metaux échauffés ou fondus poussent continuellement sur leur surface, & qui couvrant les Metaux d'une espece de pellicule vitrifiée, produit ces Couleurs-là, est beaucoup plus dense que l'Eau; & je trouve que le changement de Couleur causé par l'obliquité de l'œil, est moindre dans tout Corps mince, à mesure que ce Corps est plus dense.

XX. OBSERVATION. Ici, tout de même que dans la *Neuvième Observation*, j'ai trouvé que par le moyen d'une Lumière transmise, la Bulle paroïssoit d'une Couleur contraire à celle qu'elle faisoit voir par une Lumière réfléchie. Ainsi, lorsqu'on voyoit la Bulle par la Lumière des Nuées, réfléchie de la Bulle dans l'œil, elle sembloit Rouge dans sa circonférence apparente: Mais si dans le même temps, ou immédiatement après, on regardoit les Nuées à travers la Bulle, sa circonférence étoit Bleuë. Aucontraire, lorsque par une Lumière réfléchie la circonférence en paroïssoit Bleuë, elle paroïssoit Rouge par une Lumière transmise.

XXI. OBSERVATION. En mouillant des Plaques fort minces de Talc de Moscovie, qui par cela même qu'elles étoient si minces,

faisoient voir des Couleurs semblables à celles des Bulles d'Eau; ces Couleurs devenoient plus foibles & plus languissantes, sur tout lorsque je mouillois les Plaques du côté opposé à l'œil: mais il ne me fut pas possible d'appercevoir que l'Espece des Couleurs changeât en aucune maniere. Ainsi donc ce qui fait qu'une Plaque a l'épaisseur requise pour produire une certaine Couleur, est uniquement fondé sur la densité de cette Plaque, & non pas sur celle du milieu qui l'environne. Et dès-là on pourra connoître à l'aide de la *dixième* & de la *seizième Observation*, de quelle épaisseur sont les Bulles d'Eau, les Plaques de Talc de Moscovie, ou toute autre Substance, dans l'endroit où elles produisent telle ou telle Couleur.

**XXII. OBSERVATION.** Un Corps mince transparent, qui est plus dense que le Milieu qui l'environne, fait voir des Couleurs plus éclatantes & plus vives qu'un Corps qui en pareille proportion est plus rare que le Milieu dont il est environné, comme je l'ai observé en particulier sur l'Air & le Verre. Car ayant soufflé à la Flamme d'une Lampe, des Plaques de Verre très-minces, ces Plaques environnées d'Air firent paroître des Couleurs beaucoup plus vives que celles que produisent les Lames d'Air resserrées entre deux Verres.

**XXIII. OBSERVATION.** Ayant comparé

la quantité de Lumiere réfléchie de differents Anneaux, je trouvai que la Lumiere qui venoit du premier ou plus interieur, étoit la plus abondante; & que dans les Anneaux extérieurs elle alloit toujours en diminuant par degrés. De plus, la Blancher du premier Anneau étoit plus vive que celle que réfléchissoient les parties de la Plaque mince qui étoit au-delà des Anneaux, comme je pouvois le voir nettement en regardant de loin les Anneaux formés par deux Verres Objectifs, ou en comparant deux Bulles d'Eau formées dans des temps dont l'Intervalle fût tel que dans l'une des Bulles la Blancher succedât à toutes les Couleurs; & que dans l'autre elle les précédât toutes.

XXIV. OBSERVATION. Lorsque par le moyen de deux Verres Objectifs mis l'un sur l'autre, je formois des Anneaux colorés; quoi qu'à la simple vuë je ne pusse discerner que huit ou neuf de ces Anneaux, j'en voyois un beaucoup plus grand nombre en les regardant au travers d'un Prisme: de sorte qu'il m'est arrivé d'en compter plus de 40, outre quantité d'autres, si petits & si proches l'un de l'autre, qu'il m'étoit impossible de fixer mon œil sur chacun à part pour les compter distinctement. Mais à considérer l'espace qu'ils occupoient, j'ai jugé quelquefois qu'il y en avoit plus de cent; & je croi qu'en perfectionnant l'Experience on pourroit en découvrir

beaucoup plus. Car le nombre en paroît réellement illimité, quoi qu'ils ne soient visibles qu'autant qu'ils peuvent être séparés par la Refraction du Prisme, comme je l'expliquerai dans la suite.

Au reste, il n'y avoit qu'un côté de ces Anneaux, savoir celui vers lequel se faisoit la Refraction, qui fût rendu distinct par cette Refraction; car l'autre côté devenoit plus confus que lorsqu'on le regardoit à la simple vuë: de sorte que vers ce côté je ne pouvois discerner plus d'un ou deux de ces Anneaux, & quelquefois même aucun, au lieu qu'à la simple vuë j'en pouvois discerner huit ou neuf. Quant aux Segments ou Arcs, qui dans le côté distinct paroissoient en si grand nombre, ils n'excedoient pas, pour la plupart, la troisième partie d'un Cercle. Lorsque la Refraction étoit fort grande, ou le Prisme fort éloigné des Verres Objectifs, le milieu de ces Arcs se brouilloit aussi, jusqu'à disparoître, & à composer une Blancher uniform, tandis que leurs deux extrémités, aussi-bien que les Arcs entiers les plus éloignés du Centre, devenoient plus distincts qu'auparavant, paroissant sous la forme que vous pouvés les voir dessinés dans la *cinquième Figure*.

Là où ces Arcs paroissoient les plus distincts, ils n'étoient que Blancs & Noirs alternativement, sans mélange d'aucune autre Couleur.

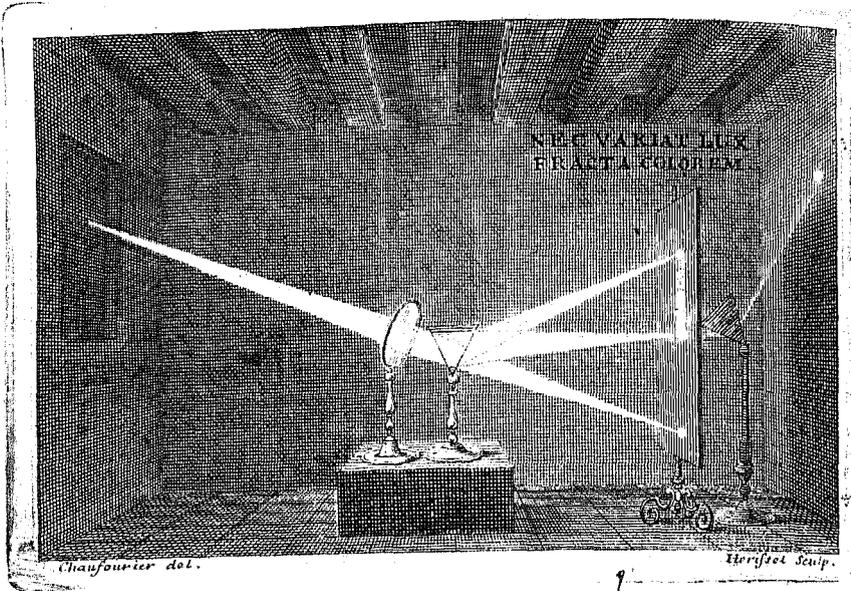
Mais en d'autres endroits on voyoit des Couleurs dont l'ordre étoit renversé par la Refraction : de sorte que si d'abord je tenois le Prisme fort près des Verres Objectifs, & qu'ensuite je l'en éloignasse par degrés en l'approchant de mon œil, les Couleurs du second Anneau, du troisième, du quatrième, & des suivans, se resserroient vers le Blanc qui sortoit d'entr'eux, jusqu'à ce que s'étant entièrement perduës dans ce Blanc au milieu des Arcs, elles reparoissoient ensuite dans un ordre tout contraire. Mais dans les extrémités des Arcs elles conservoient leur ordre invariable.

Quelquefois j'ai placé de telle maniere deux Verres Objectifs l'un sur l'autre, qu'à la simple vuë tous les Anneaux ont paru par tout uniformément Blancs sans la moindre apparence d'aucun Anneau coloré : & cependant en les regardant au travers d'un Prisme, j'ai découvert quantité d'Anneaux colorés. De même regardant au travers d'un Prisme des Plaques de Talc de Moscovie, & des Bulles de Verre soufflées à la Flamme d'une Lampe, qui n'étoient pas assez minces pour qu'on y pût apercevoir aucune Couleur à la simple vuë; j'y ai découvert une grande diversité de Couleurs, rangées irregulierement de tous côtés en forme d'Ondes. Il est arrivé de même à l'égard des Bulles d'Eau, qu'avant qu'on eût commencé d'en

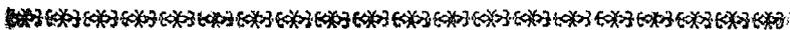
d'en

d'en découvrir les Couleurs à la simple vuë, elles ont paru, à les regarder au travers d'un Prisme, environnées de quantité de Cercles paralleles & horizontaux. Mais pour produire cet effet, il étoit necessaire de tenir le Prisme parallele, ou presque parallele à l'Horison; & de le disposer de telle maniere que les Rayons pussent être rompus vers le haut.

*Fin de la premiere Partie du second Livre.*

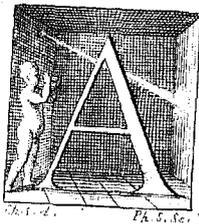


TRAITÉ  
D'OPTIQUE,  
SUR  
LA LUMIÈRE  
ET LES COULEURS.



LIVRE SECOND.  
SECONDE PARTIE.

*Remarques sur les Observations précédentes.*



PRE's avoir proposé mes Observations sur les Couleurs produites dans les Corps minces transparents, il est à propos avant que je m'en serve pour développer les causes des Couleurs des Corps Naturels,

que j'explique les plus composées de ces Observations, par le moyen de celles qui sont les plus simples, telles que la seconde, la troisième, la quatrième, la neuvième, la douzième, la dix-huitième, la vingtième, & la vingt-quatrième. Premièrement, pour faire voir comment les Couleurs sont produites dans la quatrième & la dix-huitième *Observation*, prenez sur une Ligne droite quelconque, depuis le point *Y*, \* les longueurs *YA*, *YB*, *YC*, *YD*, *YE*, *YF*, *YG*, *YH*, en même proportion entr'elles, que les Racines cubiques des Quarrés des Nombres  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{16}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{6}$ ,  $\frac{8}{9}$ , 1, qui représentent les longueurs que doit avoir une Corde de Musique pour produire toutes les Notes d'une Octave, c'est-à-dire, dans la proportion des Nombres 6300, 6814, 7114, 7631, 8255, 8855, 9243, 10000. Et des points *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, élevez les Lignes perpendiculaires *Aa*, *Bb*, &c. par les intervalles desquelles lignes doit être représentée l'étendue des différentes Couleurs marquées au dessous vis-à-vis de ces intervalles. Ensuite divisez la Ligne *Aa* suivant la proportion que denotent les Nombres 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, &c. placés aux Points de division; & du Point *Y*, tirez par les Points de division, les Lignes 1 *I*, 2 *K*, 3 *L*, 5 *M*, 6 *N*, 7 *O*, &c.

\* FIG. 6.

Supposez maintenant que *Az* représente l'épaisseur d'un Corps mince transparent quel-

conque, à laquelle épaisseur le Violet extrême est reflechi le plus abondamment dans la première *Suite* de Couleurs; en ce cas-là, par la treizième *Observation*,  $HK$  représentera l'épaisseur à laquelle le Rouge extrême est reflechi le plus abondamment dans cette même *Suite*. De même, par la cinquième & la seizième *Observation*,  $A6$  &  $HN$  désigneront les épaisseurs auxquelles ces Couleurs extrêmes sont reflechies le plus abondamment dans la seconde *Suite*; &  $A10$  &  $HQ$  désigneront les épaisseurs auxquelles les mêmes Couleurs sont le plus copieusement reflechies dans la troisième *Suite*; & ainsi du reste. Enfin l'épaisseur du Corps à laquelle une Couleur intermédiaire quelconque est reflechie le plus abondamment, sera déterminée selon la quatorzième *Observation*, par la distance d'entre la Ligne  $AH$  & les parties intermédiaires  $2K$ ,  $6N$ ,  $10Q$ , vis-à-vis desquelles parties sont écrits au dessous les Noms de ces Couleurs.

Mais au reste pour déterminer la latitude de ces Couleurs dans chaque *Suite* ou Anneau; que  $A1$  denote la moindre épaisseur, &  $A3$  la plus grande épaisseur à laquelle le Violet extrême est reflechi dans le premier Anneau; & que  $HI$  &  $HL$  denotent de pareilles limites pour le Rouge extrême; & que les Couleurs intermédiaires soient limitées par les parties intermédiaires des Lignes  $1I$ , &  $3L$ , au dessous & vis-à-vis desquelles sont écrits les Noms de ces Cou-

leurs ; & ainsi de suite , mais toujours en comptant que les Reflexions doivent être supposées les plus fortes dans les Espaces intermedits,  $2 K$ ,  $6 N$ ,  $10 Q$ , &c. & que de-là elles décroissent par degrés vers ces limites,  $1 I$ ,  $3 L$ ,  $5 M$ ,  $7 O$ , &c. des deux côtés , où il ne faut pas imaginer que ces Reflexions soient terminées d'une maniere précise & absoluë, mais qu'elles diminuent indéfiniment. Du reste , si j'ai assigné la même largeur à chacune des Suites, quoique les Couleurs semblent un peu plus larges dans le premier Anneau que dans les autres , à cause que la Reflexion y est plus forte, je ne l'ai fait que parce que l'inégalité en est si insensible qu'on peut à peine la déterminer par quelque Observation.

Si donc sur la Description que je viens de faire , vous concevez que les Rayons qui ont originaiement differentes Couleurs , sont alternativement réfléchis & transmis , c'est-à-dire , réfléchis dans les Espaces  $1 I L 3$  ,  $5 M O 7$  ,  $9 P R 11$ , &c. & transmis dans les Espaces  $A H I 1$  ,  $3 L M 5$  ,  $7 O P 9$  , &c. il est aisé de connoître quelle Couleur doit paroître en plein Air , à une épaisseur quelconque d'un Corps mince transparent. Car si vous appliquez une Regle parallele à  $AH$  , en telle sorte que la distance de la Regle à  $AH$  represente l'épaisseur du Corps transparent, les Lignes qui dans les Espaces alternatifs  $1 I L 3$  ,  $5 M O 7$ , &c. convergent vers  $Y$ , étant croisées par la Regle, les interfections

premierement en un Jaune composé, & après en Rouge; & ce Rouge enfin disparoît en L. C'est alors que commencent les Couleurs du second Anneau, qui se succèdent par ordre tandis que le bord de la Regle passe de *γ* en O, & sont plus vives qu'auparavant parce qu'elles sont plus dilatées, & plus séparées l'une de l'autre. Par la même raison au lieu du Blanc précédent il intervient entre le Bleu & le Jaune un mélange d'Orangé, de Jaune, de Vert, de Bleu, & d'Indigo, toutes lesquelles Couleurs jointes ensemble doivent composer un Vert lavé & imparfait. De même, les Couleurs du troisième Anneau se succèdent par ordre, premierement vient le Violet qui se mêlant un peu avec le Rouge du second ordre, tire par conséquent sur un Pourpre rougeâtre; ensuite le Bleu & le Vert qui sont moins mêlés avec d'autres Couleurs, & par cela même plus vifs qu'auparavant, sur tout le Vert: après suit le Jaune dont une partie, du côté du Vert, est distincte & bonne; mais l'autre partie, du côté du Rouge qui vient immédiatement après, fait un Jaune qui aussi-bien que ce Rouge, est mêlé avec le Violet & le Bleu du quatrième Anneau, d'où resultent differens degrés d'un Rouge tirant extrêmement sur le Pourpre. Ce Violet & ce Bleu qui devoient succéder à ce Rouge, se trouvent mêlés & confondus avec lui, d'où il arrive qu'à leur place il succede un Vert; ce Vert d'a-

bord tire sur le Bleu, mais il devient bien-tôt un bon Vert; & c'est la seule Couleur non-mêlée & vive qui paroisse dans ce quatrième Anneau. Car à mesure qu'il tire sur le Jaune, il commence à se mêler avec les Couleurs du cinquième Anneau, par lequel mélange le Jaune & le Rouge qui succèdent immédiatement après, deviennent fort foibles & fales, sur tout le Jaune qui étant la plus foible Couleur, ne peut qu'à peine être apperçu. Après cela les differens Anneaux & leurs Couleurs s'entremêlent & se confondent de plus en plus, jusqu'à ce qu'après trois ou quatre Revolutions, où le Rouge & le Bleu dominant par tour, toutes les especes de Couleurs se trouvant par tout mêlées assés également ensemble, composent un Blanc uniforme.

Et comme par la quinzième *Observation* il paroît que les Rayons d'une Couleur sont transmis dans le même endroit où ceux d'une autre Couleur sont reflechis, on peut déduire manifestement d'ici la cause des Couleurs produites par la Lumiere transmise de la maniere que cela est décrit dans la 9<sup>me</sup> & la 20<sup>me</sup> *Observation*.

Mais si outre l'ordre & l'espece de ces Couleurs on souhaite que l'épaisseur de la lame ou du Corps mince dans les endroits où ces Couleurs paroissent, soit exprimée en parties de pouce, cela pourra encore être déterminé par le moyen de la sixième ou de la seizième *Observation*.

*variation.* Car suivant ces deux Observations, les différentes épaisseurs de la lame d'Air renfermée entre deux Verres, dans les endroits où paroissent les parties les plus lumineuses des six premiers Anneaux, étoient  $\frac{1}{178000}$ ,  $\frac{1}{175000}$ ,  $\frac{1}{172000}$ ,  $\frac{7}{178000}$ ,  $\frac{9}{170000}$ ,  $\frac{11}{173000}$ , parties d'un Pouce. Or supposé que la Lumière réfléchie le plus abondamment, à ces épaisseurs-là, soit le Jaune de Citron le plus éclatant, ou la Couleur qui confine au Jaune & à l'Orangé, ces épaisseurs seront  $F\lambda$ ,  $F\mu$ ,  $F\nu$ ,  $F\xi$ ,  $F\theta$ ,  $F\eta$ . Ce qui étant une fois connu, il est aisé de déterminer quelle épaisseur d'Air est représentée par  $G\phi$ , ou par toute autre distance de la Règle à  $AH$ .

Mais d'ailleurs, puisque par la dixième *Observation* l'épaisseur de l'Air étoit à l'épaisseur de l'Eau ( lorsque l'Eau & l'Air faisoient paroître les mêmes Couleurs entre les mêmes Verres ) comme 4 à 3, & que par la vingt-unième *Observation* les Couleurs des Corps minces ne varient point, quoi qu'on varie le Milieu qui les environne; il s'ensuit que l'épaisseur d'une Bulle d'Eau qui fait paroître quelque Couleur que ce soit, sera de  $\frac{3}{4}$  de l'épaisseur de l'Air qui produit la même Couleur. Et ainsi en vertu de cette dixième *Observation* & de la vingt-unième l'épaisseur d'une Plaque de Verre, dont la Réfraction pour les Rayons de moyenne réfrangibilité, est mesurée par la proportion des Sinus 31 & 20, peut être  $\frac{20}{31}$  de l'épaisseur de l'Air

produisant la même Couleur. Il en est de même à l'égard de tout autre Milieu. Au reste je ne prétens pas assurer que cette proportion de 20 à 31 ait lieu à l'égard de tous les Rayons : car les Sinus des autres especes de Rayons ont d'autres proportions ; mais les différences de ces proportions sont si petites, que je ne les mets point en ligne de compte. Sur ces fondemens j'ai composé la TABLE SUIVANTE où l'épaisseur particulière de l'Air, de l'Eau, & du Verre, qui fait voir chaque Couleur dans le degré le plus vif & le plus distinct, est exprimée par les parties du Pouce divisé en un million de parties égales.

*L'épaisseur des Lames colorées & des Particules.*

		d' Air :	d' Eau :	de Verre :
Leurs Couleurs du prem. Ordre.	Très-Noir - - -	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{31}$
	Noir - - - - -	1	$\frac{2}{4}$	$\frac{20}{31}$
	Commencement de Noir - - -	2	1	$\frac{2}{7}$
	Bleu - - - - -	2 $\frac{2}{5}$	1 $\frac{4}{5}$	1 $\frac{11}{20}$
	Blanc - - - - -	5 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{7}{8}$	3 $\frac{2}{5}$
	Jaune - - - - -	7 $\frac{1}{9}$	5 $\frac{1}{3}$	4 $\frac{1}{5}$
	Orangé - - - -	8	6	5 $\frac{1}{6}$
	Rouge - - - - -	9	6 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{4}{5}$

L'épaisseur des Lames colorées & des Particules.

	d' Air :	d' Eau :	de Verre :	
Leurs Couleurs du second Ordre.	Violet - - -	11 $\frac{1}{6}$	8 $\frac{3}{8}$	7 $\frac{1}{5}$
	Indigo - - -	12 $\frac{1}{6}$	9 $\frac{5}{8}$	8 $\frac{1}{11}$
	Bleu - - -	14	10 $\frac{1}{2}$	9
	Vert - - -	15 $\frac{1}{8}$	11 $\frac{1}{3}$	9 $\frac{5}{7}$
	Jaune - - -	16 $\frac{2}{7}$	12 $\frac{1}{5}$	10 $\frac{1}{5}$
	Orangé - - -	17 $\frac{2}{9}$	13	11 $\frac{1}{9}$
	Rouge éclattant	18 $\frac{1}{3}$	13 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{6}$
	Ecarlate - - -	19 $\frac{2}{3}$	14 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{2}{3}$
	Du troisième Ordre.	Pourpre - -	21	15 $\frac{1}{4}$
Indigo - -		22 $\frac{1}{10}$	16 $\frac{4}{7}$	14 $\frac{1}{4}$
Bleu - - -		23 $\frac{2}{5}$	17 $\frac{11}{10}$	15 $\frac{1}{10}$
Vert - - -		25 $\frac{1}{5}$	18 $\frac{9}{10}$	16 $\frac{1}{4}$
Jaune - - -		27 $\frac{1}{7}$	20 $\frac{1}{3}$	17 $\frac{1}{2}$
Rouge - -		29	21 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{7}$
Rouge bleuâtre.		32	24	20 $\frac{2}{3}$
Du quatrième Ordre.	Vert bleuâtre -	34	25 $\frac{1}{2}$	22
	Vert - - -	35 $\frac{2}{7}$	26 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{4}$
	Vert Jaunâtre -	36	27	23 $\frac{1}{9}$
	Rouge - - -	40 $\frac{1}{3}$	30 $\frac{1}{4}$	26
Du cinquième Ordre.	Bleu verdâtre -	46	34 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{2}{3}$
	Rouge - - -	52 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{3}{8}$	34
Du sixième Ordre.	Bleu verdâtre -	58 $\frac{1}{4}$	44	38
	Rouge - - -	65	48 $\frac{1}{4}$	42
Du septième Ordre.	Bleu verdâtre -	71	53 $\frac{1}{4}$	45 $\frac{4}{5}$
	Blanc rougeâtre	77	57 $\frac{1}{4}$	49 $\frac{1}{3}$

Dans la  
seconde  
Planche  
du second  
LIVRE.

Si vous comparez cette TABLE avec \* la sixième Figure, vous y verrez la constitution de chaque Couleur par rapport à ses ingrédients, c'est-à-dire, aux Couleurs originaires dont elle est composée ; & par là vous pourrez juger combien elle est parfaite ou imparfaite : ce qui peut suffire pour expliquer la quatrième & la dix-huitième *Observation*, à moins qu'on ne demande à voir outre cela, de quelle manière paroissent les Couleurs lorsqu'on met deux Verres Objectifs l'un sur l'autre. Pour cet effet décrivez un grand Arc de Cercle, tirez une Ligne droite qui touche cet Arc, tirez ensuite plusieurs Lignes occultes parallèles à cette Tangente, tracées aux distances que dénotent les Nombres écrits dans la TABLE vis-à-vis des Couleurs. Car l'Arc & la Tangente représenteront les surfaces des Verres qui terminent l'Air d'entre-deux ; & les endroits où les Lignes occultes coupent l'Arc, montreront à quelle distance du Centre, ou du Point du contact, chaque Couleur est réfléchie.

Cette TABLE a encore d'autres usages. Car elle a servi à déterminer, dans la dix-neuvième *Observation*, l'épaisseur de la Bulle par les Couleurs qu'elle faisoit voir. On peut aussi conjecturer par les Couleurs des Corps Naturels, quelle est la grosseur de leurs particules, comme je le montrerai ci-après. De même, si l'on met deux Plaques fort minces, ou davantage, les unes

sur les autres, de sorte qu'elles en composent une seule qui les égale toutes en épaisseur, on pourra déterminer par cette Table la Couleur qui en doit resulter. Par exemple, M. Hook a observé, comme il nous l'apprend dans sa *Micrographie*, qu'une Plaque de Talc de Moscovie d'un Jaune pâle, mise sur une Plaque Bleuë, produisoit un Pourpre très-foncé. Or le Jaune du premier ordre est un Jaune pale; & l'épaisseur de la Plaque qui le produit, c'est, suivant la TABLE  $4\frac{1}{7}$ : ajoutez à cela 9 qui est l'épaisseur qui produit le Bleu du second *Ordre*, & la somme fera  $13\frac{2}{7}$  qui est l'épaisseur qui produit le Pourpre du troisiéme *Ordre*.

Pour expliquer maintenant les circonstances de la seconde & de la troisiéme *Observation*, c'est-à-dire, comment en tournant les Prismes autour de leur Axe commun en un sens contraire à celui qui est exprimé dans ces deux Observations; les Anneaux colorés peuvent être changés en Anneaux Blancs & Noirs, & ensuite en Anneaux colorés encore, de sorte que les Couleurs de chaque Anneau se trouvent alors dans un ordre renversé: il faut se ressouvenir que ces Anneaux colorés sont dilatés par l'inclinaison des Rayons à l'Air qui est entre les Verres, & que suivant la TABLE contenuë dans la septième *Observation* \*, la dilatation ou l'accroissement de leurs Diametres est plus manifeste & plus rapide

lorsque les Rayons sont le plus obliques. Or les Rayons Jaunes étant plus rompus par la première Surface dudit Air que ceux du Rouge, ils en deviennent par là plus obliques à la seconde Surface, où ils sont réfléchis pour produire les Anneaux colorés. Par conséquent le Cercle Jaune sera plus dilaté dans chaque Anneau que le Cercle Rouge; & l'excès de sa dilatation sera d'autant plus grand, que l'obliquité des Rayons sera plus grande, jusqu'à ce qu'enfin ce Cercle Jaune vienne à égaler en étendue le Rouge du même Anneau. Par la même raison, le Vert, le Bleu & le Violet seront aussi d'autant plus dilatés que l'obliquité de leurs Rayons ira en augmentant, jusqu'à ce qu'ils viennent à avoir à peu près autant d'étendue que le Rouge, c'est-à-dire, à être également éloignés du Centre des Anneaux. Et en ce cas-là toutes les Couleurs du même Anneau doivent se trouver jointes ensemble, & par leur mélange produire un Anneau Blanc. Et parce que ces Anneaux Blancs ne se dilatent point, & ne rentrent pas l'un dans l'autre comme auparavant, il doit y avoir entr'eux des Anneaux Noirs & obscurs. Par cette même raison ils doivent devenir plus distincts, & se faire voir en beaucoup plus grand nombre. Cependant comme le Violet est le plus obscur, il sera un peu plus dilaté, à proportion de son étendue, que les autres Couleurs; & par cela

même il sera fort disposé à paroître sur les bords extérieurs du Blanc.

Ensuite si l'on donne encore une plus grande obliquité aux Rayons, le Violet & le Bleu se dilateront plus sensiblement que le Rouge & le Jaune; & étant par là plus éloignés du Centre des Anneaux, les Couleurs doivent sortir du Blanc dans un ordre contraire à celui où elles avoient paru auparavant, sçavoir le Violet & le Bleu dans le Bord extérieur de chaque Anneau, & le Rouge & le Jaune dans le Bord intérieur. Or le Violet dont les Rayons sont les plus obliques, étant, par cela même, plus dilaté, à proportion, qu'aucune autre Couleur; paroîtra le premier dans le bord extérieur de chaque Anneau blanc, & avec plus d'éclat que tout le reste. Et les différentes *Suites* de Couleurs qui appartiennent aux différens Anneaux, venant à se développer & à se dilater, recommenceront dès-là à s'entremêler; & par conséquent à rendre les Anneaux moins distincts, de sorte qu'il n'y en aura pas un si grand nombre de visibles.

Si au lieu de Prismes on se sert de Verres Objectifs, l'obliquité de l'œil ne fera pas paroître les Anneaux, Blancs & distincts; parce que les Rayons dans leur passage au travers de l'Air qui est entre les Verres, sont presque parallèles aux Lignes selon lesquelles ils tomboient d'abord sur le Verre; ce qui fait que les Rayons

de différentes Couleurs, ne font pas plus inclinés les uns que les autres à cet Air-là, contre ce qui arrive dans les Prismes.

Une autre circonstance très-digne de remarque dans ces Experiences, c'est d'où vient que les Anneaux Noirs & Blancs qui regardés de loin paroissent distincts, deviennent non seulement confus à les regarder de près, mais encore font paroître du Violet aux deux Extrémités de chaque Anneau Blanc. La raison de cela, c'est que les Rayons qui entrent dans l'œil par differens endroits de la Prunelle, ont différentes obliquités par rapport aux Verres; & que les plus obliques, s'ils étoient considérés à part, feroient paroître de plus grands Anneaux que ceux qui sont les moins obliques. D'où il arrive que la largeur du Perimetre de chaque Anneau Blanc, est dilatée exterieurement par les Rayons les plus obliques, & interieurement par les moins obliques. Et cette expansion est d'autant plus grande, que la difference de l'obliquité est plus grande, c'est-à-dire, que la Prunelle est plus ouverte, ou l'œil plus près des Verres. Or la largeur du Violet doit avoir le plus d'étenduë; parce que les Rayons propres à exciter la sensation de cette Couleur, sont les plus inclinés à la seconde ou dernière surface de l'Air attenué ou resserré, d'où ils sont réfléchis, & qu'ils ont aussi la plus grande variation d'obliquité: ce qui fait que

cette

cette Couleur fort plus promptement qu'aucune autre, des bords du Blanc. Et à mesure que la largeur de chaque Anneau s'augmente ainsi, les intervalles obscurs doivent diminuer jusqu'à ce que les Anneaux voisins viennent à se toucher & à se mêler ensemble, les extérieurs premierement, & puis ceux qui sont les plus proches du Centre: de sorte qu'ils ne peuvent plus être distingués à part, mais semblent composer un Blanc égal & uniforme.

Entre toutes les *Observations* proposées ci-dessus, il n'y en a point qui soient accompagnées de circonstances si surprenantes que la vingt-quatrième. Les principales de ces circonstances sont, que dans des Plaques minces, qui à la simple vûë paroissent d'un Blanc transparent, égal, & uniforme, sans être terminées par la moindre ombre; la Refraction d'un Prisme y fasse voir des Anneaux colorés, quoi qu'ordinairement elle ne fasse paroître les Objets colorés que dans les endroits où ils sont terminés par des Ombres, où dans ceux où ils se trouvent avoir des parties inégalement lumineuses; & que cette Refraction rende ces Anneaux extrêmement distincts & Blancs, quoi que pour l'ordinaire elle rende les Objets confus & colorés. On comprendra la raison de ces deux accidents, si l'on considère que tous ces Anneaux colorés sont en effet dans la Plaque lorsqu'on les regarde d'une veüe simple, bien

qu'à cause de la grande largeur de leurs circonferences, ils soient si fort mêlés & confondus ensemble, qu'ils semblent composer un Blanc uniforme. Mais lorsque les Rayons viennent à l'œil au travers d'un Prisme, les Orbites des différentes Couleurs qui sont dans chaque Anneau, sont rompuës, les unes plus, les autres moins, selon leurs degrés de refrangibilité: & par ce moyen-là les Couleurs d'un côté de l'Anneau, par rapport au centre, sont plus développées & dilatées, & celles du côté opposé plus compliquées & resserrées. Et dans les endroits où par une juste Refraction elles sont si fort resserrées que les différents Anneaux deviennent trop étroits pour anticiper l'un sur l'autre, il est nécessaire que ces Anneaux y paroissent distincts, & même Blancs, si les Couleurs dont ils sont composés, se trouvent resserrées jusqu'à être entièrement coïncidentes. Mais de l'autre côté où l'Orbite de chaque Anneau est élargie par un plus grand développement de ses Couleurs, chaque Anneau doit être plus mêlé avec les autres qu'au paravant, & devenir par conséquent moins distinct.

FIG. 70. Pour expliquer ceci plus amplement, supposez que les Cercles concentriques\* *AV*, & *BX* représentent le Rouge & le Violet d'une Suite quelconque, lesquels composent avec les Couleurs intermediates un des Anneaux, quel qu'il soit. Si l'on regarde ces Cercles au travers d'un

Prisme, le Cercle Violet  $BX$  sera transporté par une plus grande Refraction plus loin de sa place que le Cercle Rouge  $AV$ ; & par conséquent il approchera davantage de ce dernier Cercle, du côté des Cercles vers lequel se font les Refractions. Par exemple, si le Rouge est transporté en  $av$ , le Violet pourra être transporté en  $bx$ , de sorte qu'en  $x$  il sera plus près du Rouge qu'auparavant: & si le Rouge est transporté plus loin en  $av$ , le Violet pourra être transporté d'autant plus loin en  $bx$ , qu'il se rencontrera avec lui en  $x$ ; & si le Rouge est encore transporté plus loin en  $aY$ , le Violet pourra être transporté encore d'autant plus loin en  $\beta\xi$ , qu'il passera au-delà du Rouge en  $\xi$ , & s'unira à lui en  $e$  &  $f$ . Ce qui étant appliqué non seulement au Rouge & au Violet, mais à toutes les autres Couleurs intermediates, & à chaque Suite de ces Couleurs; vous comprendrez sans peine comment les Couleurs d'une même Suite, venant à s'approcher l'une de l'autre en  $xv$  &  $Y\xi$ , & à s'unir en  $xv$ ,  $e$  &  $f$ , doivent composer des Arcs de Cercles assez distincts, surtout en  $xv$ , ou en  $e$  &  $f$ ; paroître separées en  $xv$ , & produire du Blanc en  $xv$  en se mêlant ensemble; & reparoître separées en  $Y\xi$ , mais dans un ordre contraire à celui où elles étoient auparavant, & qu'elles retiennent toujours au-delà de  $e$  &  $f$ . Mais de l'autre côté en  $ab$ ,  $a\beta$ , ou  $a\beta$ , ces Couleurs étant si fort dilatées qu'elles

se mêlent avec les Couleurs des autres Anneaux ; elles doivent par cela même paroître beaucoup plus confuses. Et la même confusion doit arriver en  $Y\xi$  entre  $e$  &  $f$ , si la Refraction est fort grande, ou que le Prisme soit à une grande distance des Verres Objectifs : auquel cas nulle partie des Anneaux ne sera visible, excepté seulement deux petits Arcs en  $e$  &  $f$ , dont la distance mutuelle augmentera, si l'on éloigne encore plus le Prisme des Verres Objectifs. Et ces petits Arcs doivent être plus distincts & plus Blancs vers le milieu ; mais colorés dans leurs extrémités, où ils commencent à devenir confus. Et dans l'une des extrémités de chaque Arc les Couleurs doivent être disposées dans un ordre contraire à celui où elles sont dans l'autre extrémité, par la raison qu'elles se croisent dans le Blanc d'entre-deux : c'est-à-dire que les extrémités qui sont tournées vers  $Y\xi$ , sont Rouges & Jaunes du côté le plus proche du Centre, & Bleuës & Violettes de l'autre côté. Mais les autres extrémités qui sont tournées vers le côté opposé, seront au contraire Bleuës & Violettes du côté qui approche le plus du Centre ; & Rouges & Jaunes de l'autre côté.

Or comme toutes ces choses se déduisent des propriétés de la Lumière par des raisonnements mathématiques : on en peut aussi démontrer la vérité par des Experiences. Car si

dans une chambre obscure on regarde ces Anneaux au travers d'un Prisme par la Reflexion des différentes Couleurs *prismatiques* qu'une autre Personne fait mouvoir çà & là sur un Mur, ou sur du Papier d'où ces Couleurs sont refléchies tandis que l'œil du Spectateur, le Prisme & les Verres Objectifs sont fixés dans leur situation, (comme dans la treizième *Observation*) il se trouvera que la position des Cercles formés successivement par les différentes Couleurs, fera, de l'un par rapport à l'autre, telle que je l'ai décrite dans les Figures *abxv*, ou *abxv*, ou *αβξΥ*. On peut verifier par la même methode la verité des explications des autres Observations.

Par ce qui vient d'être dit, on peut expliquer tout autre pareil Phenomene concernant l'Eau & les Plaques minces de Verre. Mais à l'égard des petits fragmens de ces Plaques, il faut observer de plus, que si étant mis à plat sur une Table, on les tourne autour de leur centre tandis qu'on les regarde à travers d'un Prisme; ils feront voir, en certaines situations, des Ondes de différentes Couleurs; que quelques-uns ne font voir ces Ondes que dans une ou deux positions; mais que la plupart les font voir dans toutes sortes de positions, & pour l'ordinaire sur presque toute leur surface. Cela vient de ce que les superficies de ces sortes de Plaques ne sont pas exactement unies, mais ont plusieurs cavités & éminences; & de ce que l'é-

paiffeur de la Plaque varie un peu en vertu de ces inégalités, quelques petites qu'elles soient; car en différentes situations du Prisme il doit paroître des Ondes dans les différents côtés de ces cavités, par les raisons exposées ci-dessus. Or quoique la plûpart de ces Ondes ne soient produites que par des parties de Verre très-petites & fort étroites, elles peuvent pourtant paroître s'étendre sur toute la superficie du Verre; parce qu'il y a des Couleurs de divers Ordres, c'est-à-dire de divers Anneaux, réfléchies confusément par les plus étroites de ces parties, & qui par la Refraction du Prisme sont développées, séparées, & dispersées en différents lieux selon leur différente refrangibilité; de sorte qu'elles produisent tout autant d'Ondes différentes qu'il y avoit d'Ordres différents de Couleurs confusément réfléchies de cette partie du Verre.

Voilà les principaux Phenomenes concernant les Plaques minces ou les Bulles, dont les explications dépendent des propriétés de la Lumiere que j'ai exposées jusqu'ici: ces Phenomenes, comme vous voyez, découlent nécessairement de ces Propriétés, & s'accordent non seulement avec elles jusques dans leurs plus petites circonstances, mais même contribuent extrêmement à en prouver la verité. Ainsi par la vingt-quatrième *Observation* il paroît que les Rayons de différentes Couleurs, tant de celles

qui sont produites par des Lames minces ou par des Bulles , que de celles qui sont produites par les Refractions d'un Prisme ; ont différents degrés de Refrangibilité par où les Rayons de chaque Anneau , qui lorsqu'ils viennent à être réfléchis par une Lamé ou Bulle , sont mêlés avec les Rayons d'autres Anneaux , en sont ensuite séparés par voye de Refraction , & sont associés de telle maniere entr'eux qu'ils deviennent visibles à part comme autant d'Arcs de Cercles. Car si tous les Rayons étoient également refrangibles , il seroit impossible que cette Blanchéur , qui à la simple vuë paroît uniforme , pût avoir par la Refraction ses parties ainsi transposées , & rangées en Arcs Noirs & Blancs.

Il paroît aussi que les Refractions inégales des Rayons dissemblables ne sont pas causées par des irregularités accidentelles , comme par des Veines dispersées dans le Verre , par un poli inégal , par une position fortuite des pores du Verre , par des mouvements inégaux & casuels dans l'Air ou l'*Ether* , par l'éparpillement , la rupture , ou la division d'un même Rayon en plusieurs parties divergentes , & autres semblables causes. Car de telles irregularités une fois admises , il seroit impossible que les Refractions pussent rendre ces Anneaux si distincts & si bien terminés qu'ils le sont dans la vingt-quatrième *Observation*. Il faut donc nécessairement que chaque Rayon ait son propre & con-

stant degré naturel de Réfrangibilité, en vertu duquel la Réfraction se fasse toujours d'une maniere exacte & reguliere; & que leurs différens Rayons ayent leurs différens degrés de Réfrangibilité.

Du reste ce que je dis de la Réfrangibilité des Rayons, peut être appliqué aussi à leur Reflexibilité, c'est-à-dire, à la disposition qu'ils ont à être réfléchis, les uns à une plus grande, & les autres à une plus petite épaisseur des Plaques minces ou des Bulles: c'est à sçavoir que ces dispositions sont pareillement naturelles aux Rayons, & immuables, comme on peut s'en assurer par les *Observations* 13, 14, & 15, comparées avec la quatrième & la dix-huitième.

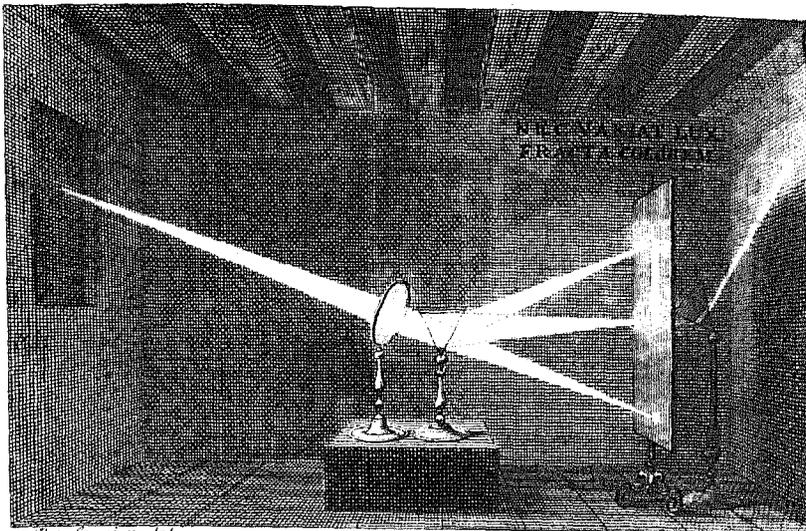
Il paroît encore par les Observations précédentes, que la Blancheur est un mélange dissimilaire de toutes les Couleurs, & que la Lumiere est un mélange de Rayons doués de toutes ces Couleurs. Car vû la multitude d'Anneaux colorés, dans la troisième *Observation*, dans la douzième & la vingt-quatrième, il est évident que bien qu'on ne découvre dans la quatrième & la dix-huitième que huit ou neuf de ces Anneaux, il y en a pourtant un beaucoup plus grand nombre qui se mêlent & s'entrelassent si fort ensemble, qu'après ces huit ou neuf revolutions ils se détrempernt entierement l'un l'autre, & ne composent qu'une Blancheur égale

égale & sensiblement uniforme. D'où l'on doit nécessairement inferer, que le Blanc est un mélange de toutes les Couleurs; & que la Lumiere, qui l'introduit dans l'œil, doit être un mélange de Rayons doués de toutes ces Couleurs.

Il paroît de plus par la vingt-quatrième *Observation* qu'il y a un rapport constant entre les Couleurs & la Refrangibilité, les Rayons les plus refrangibles étant Violet, les moins refrangibles Rouges, & ceux des Couleurs intermediates ayant à proportion des degrés intermediates de Refrangibilité. Et en comparant l'*Observation* treizième, la quatorzième, & la quinzième, avec la quatrième ou la dix-huitième, il paroît qu'il y a constamment le même rapport entre la Couleur & la Reflexibilité, le Violet étant réfléchi (toutes circonstances égales) aux moindres épaisseurs d'une Plaque mince ou d'une Bulle quelconque, le Rouge aux plus grandes épaisseurs, & les Couleurs intermediates aux épaisseurs intermediates. D'où il s'ensuit aussi que les dispositions colorifiques des Rayons sont naturelles à ces Rayons, & inalterables; & que par consequent toutes les productions & apparences des Couleurs qui sont au monde, proviennent non de quelque changement Physique causé dans la Lumiere par la voye des Refractions ou des Reflexions, mais seulement des différents mélanges ou sepa-

282 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
rations de Rayons en vertu de leur différente  
Refrangibilité ou Réflexibilité. Et à cet égard  
la Science des Couleurs devient une specula-  
tion aussi exactement Mathématique qu'aucune  
autre Partie de l'Optique ; je veux dire, à con-  
siderer les Couleurs entant qu'elles dépendent  
de la nature de la Lumiere, sans être produites  
ou alterées par la Puissance de l'Imagination,  
ou par un coup ou une pression sur l'œil.

*Fin de la seconde Partie du second Livre.*



Chauvourier del.

Hoeijst. Sculp.

TRAITÉ  
D'OPTIQUE,  
SUR  
LA LUMIÈRE  
ET LES COULEURS.

LIVRE SECOND.

TROISIÈME PARTIE.

*Des Couleurs permanentes des Corps Naturels, & de l'analogie qui se trouve entre ces Couleurs & celles des Plaques minces transparentes.*



Voici parvenu à une autre Partie du Desein de cet Ouvrage : c'est d'examiner quel rapport il y a entre les Phenomenes des Plaques minces transparentes, &

ceux de tous les autres Corps Naturels. J'ai déjà dit que les Corps Naturels paroissent de différentes Couleurs, selon qu'ils sont disposés à réfléchir en plus grande abondance les Rayons qui sont originairement doués de ces Couleurs. Mais il reste à découvrir quelle est la constitution qui fait que ces Corps réfléchissent certains Rayons en plus grande quantité que d'autres ; & c'est ce que je vais tâcher de montrer dans les Propositions suivantes.

## P R E M I E R E   P R O P O S I T I O N .

*Entre les Surfaces des Corps transparents celles-là réfléchissent le plus de Lumière, qui ont la plus grande force réfringente, c'est-à-dire, qui sont entre des Milieux dont les densités réfringentes diffèrent le plus entr'elles. Et il ne se fait point de Réflexion dans les confins des Milieux également réfringents.*

**I**L fera aisé de découvrir l'Analogie qu'il y a entre la Reflexion & la Refraction, si l'on considère que, lorsque la Lumière passe obliquement d'un Milieu dans un autre, où les Rayons se rompent en s'éloignant de la Perpendiculaire, plus la différence de leur densité réfringente est grande, moins il faut d'obliquité d'Incidence pour causer une Reflexion totale. Car les Sinus qui mesurent la Refraction, sont

entr'eux comme le Sinus d'Incidence où commence la Reflexion totale, au rayon du Cercle; & par conséquent cet Angle d'Incidence est le moindre là où la difference des Sinus est la plus grande. Ainsi, la Lumiere passant de l'Eau dans l'Air, où la Refraction est mesurée par les Sinus dont la proportion est de 3. à 4. la Reflexion totale commence lorsque l'Angle d'Incidence est d'environ 48. degrés 35. minutes. La Lumiere passant du Verre dans l'Air, où la Refraction est mesurée par la Raison des Sinus de 20. à 31. la Reflexion totale commence lorsque l'Angle d'Incidence est de 40. degrés 10. minutes; & ainsi en passant du Crystal ou d'autres Milieux encore plus refringents, dans l'Air, il y a encore une moindre obliquité requise pour produire une Reflexion totale. Donc les Surfaces qui causent le plus de Refraction, reflechissent le plus promptement toute la Lumiere qui vient à tomber sur elles: d'où l'on doit conclure nécessairement que ces Surfaces ont la plus grande force reflechissante.

Mais ce qui montre encore plus visiblement la vérité de cette Proposition, c'est que dans une Surface qui est entre deux Milieux transparents, tels que l'Air, l'Eau, l'Huile, le Verre ordinaire, le Crystal, les Verres métalliques, les Verres d'Islande, l'Arse nic blanc transparent, les Diamants, &c. la Reflexion est plus ou moins forte, selon que la Surface a

une force plus ou moins réfringente. Car dans les confins de l'Air & du Sel-gemme la Reflexion est plus forte, que dans les confins de l'Air & de l'Eau; plus forte encore dans les confins de l'Air & du Verre ordinaire, ou du Crystal; & encore plus forte dans les confins de l'Air & du Diamant. Si l'on plonge dans l'Eau quelqu'un de ces Solides transparents ou autres semblables, la Reflexion en devient beaucoup plus foible qu'auparavant; & plus foible encore s'ils sont plongés dans l'huile de Vitriol, ou l'Esprit de Terebenthine bien rectifié, liqueurs plus fortement réfringentes que l'Eau. Si l'on distingue l'Eau en deux parties par quelque Surface imaginaire, la Reflexion est nulle dans les confins de ces deux parties. Elle est fort petite dans les confins de l'Eau & de la Glace, un peu plus grande dans les confins de l'Eau & de l'Huile, encore plus grande dans les confins de l'Eau & du Sel-gemme, & plus grande encore dans les confins de l'Eau & du Verre, ou du Crystal ou d'autres Substances plus denses, selon que ces Milieux different plus ou moins par rapport à leurs forces réfringentes: d'où il s'ensuit que la Reflexion doit être foible dans les confins du Verre ordinaire & du Crystal, mais plus forte dans les confins du Verre ordinaire & du métallique, quoi que je ne m'en sois pas encore assuré par aucune Experience. Mais dans les confins de deux Verres

d'égale densité , il n'y a point de Reflexion sensible , comme je l'ai fait voir dans la premiere *Observation*. \* Il en doit être de même à l'égard d'une Surface qui se trouve entre deux Crystaux , ou deux Liqueurs , ou deux autres Corps quels qu'ils soient , dans les confins desquels il ne se fait aucune Refraction. Ainsi donc la raison pourquoi les Milieux uniformes transparents ( comme l'Eau , le Verre , ou le Crystal ) n'ont de Reflexion sensible que dans leur surface extérieure par où ils touchent d'autres Milieux dont la densité differe de la leur ; c'est parce que toutes leurs parties contiguës n'ont qu'un seul & même degré de densité.

\* Partie I. du second Livre.

---

## SECONDE PROPOSITION.

*Les plus petites parties de presque tous les Corps Naturels, sont en quelque sorte transparentes : & l'Opacité des Corps vient de la multitude des Reflexions qui se font dans leurs parties intérieures.*

C'EST ce que d'autres ont déjà remarqué , & de quoi tomberont aisément d'accord ceux qui ont fait quelque usage des Microscopes. On peut aussi s'en assurer en mettant quelque Corps que ce soit, au devant d'un Trou au travers duquel certaine portion de Lumière soit introduite dans une Chambre obscure. Car

quelque opaque que ce Corps paroisse en plein Air, il paroîtra par ce moyen fort visiblement transparent, s'il a un degré suffisant de ténuité. Il faut excepter de ce nombre les Corps Blancs métalliques, qui en vertu de leur excessive densité semblent reflechir presque toute la Lumiere qui tombe sur leur premiere Surface, à moins qu'étant dissous dans des Menstruës convenables, ils ne soient réduits en très-petites parcelles, car en ce cas-là ils deviennent aussi transparents.

### TROISIEME PROPOSITION.

*Entre les parties des Corps opaques & colorés, il y a plusieurs Espaces ou Vuides, ou remplis de Milieux dont la densité est differente de celle de ces parties, Ainsi entre les Corpuscules dont une Liqueur est impregnée & teinte, il y a de l'Eau; entre les Globules aqueux qui composent les Nuées & les Brouillards, il y a de l'Air; & entre les parties des Corps durs, il y a des Espaces qui la plupart sont vuides d'Air & d'Eau, mais qui pourtant ne sont peut-être pas entierement vuides de toute autre Substance.*

**L**A verité de cette Proposition se démontre par les deux Propositions précédentes. Car selon la *seconde Proposition*, il y a quantité de Reflexions produites par les parties interieures des

des Corps : Reflexions qui suivant la *premiere Proposition* , ne se feroient pas , si les parties de ces Corps étoient continuës sans avoir entr'elles aucun de ces interstices ; parce que par la *premiere Proposition* , les Reflexions ne se font que sur les Surfaces qui sont entre des Milieux d'une differente densité.

Mais ce qui prouve encore que cette discontinuité de parties est la principale cause de l'opacité des Corps , c'est que les Corps opaques deviennent transparents dès que leurs Pores sont remplis d'une Substance dont la densité est égale , ou presque égale à celle de leurs parties. Ainsi le Papier mouillé dans l'Eau ou dans l'Huile ; la Pierre qu'on nomme *Oculus mundi* , trempée dans l'Eau ; le Linge huilé ou verni ; & plusieurs autres Corps imbibés de Liqueurs qui pénètrent intimement leurs petits pores , deviennent par là plus transparents qu'ils ne l'étoient auparavant. Au contraire en évacuant les Pores des Corps les plus diaphanes , ou en divisant leurs parties , ces Corps peuvent devenir suffisamment opaques : tels sont les Sels , le Papier mouillé , la Pierre qu'on nomme *Oculus mundi* , après qu'ils ont été bien séchés ; la Corne ratisée , le Verre pulverisé , ou simplement fêlé , la Terebenthine broüillée dans l'Eau jusqu'à ce qu'elles soient mêlées imparfaitement ensemble ; enfin l'Eau élevée en plusieurs petites Bulles , ou toute seule en forme d'écu-

290 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
me, ou mêlée avec de l'Huile de Terebenthine  
ou d'Olive, ou avec quelque autre Liqueur con-  
venable à laquelle l'Eau ne s'incorpore pas par-  
faitement. Et ce qui contribuë un peu à aug-  
menter l'opacité de tous ces Corps, c'est que  
suivant l'*Observation vingt-troisième*, les Reflexions  
des Corps diaphanes très-minces, sont confide-  
rablement plus fortes que celles que produi-  
sent les mêmes Corps lorsqu'ils sont plus épais.

---

#### QUATRIÈME PROPOSITION.

*Pour que les Corps soient opaques & colorés, il ne faut pas que leurs parties & leurs interstices passent en petitesse une certaine grosseur déterminée.*

**C**AR si les Corps les plus opaques sont di-  
visés en parcelles très-subtiles, comme les  
Métaux dissous dans des Menstruës acides, &c.  
ils deviennent parfaitement transparents. Et  
vous pouvez vous souvenir encore, que dans  
la *huitième Observation*, il n'y avoit point de Re-  
flexion dans l'endroit où les Surfaces des Verres  
Objectifs étoient fort proches l'une de l'autre,  
sans pourtant se toucher. Et dans la *dix-septième*  
*Observation*, la Reflexion de la Bulle d'Eau étoit  
presque insensible dans sa partie la plus mince :  
de sorte que faute de Lumière réfléchie, il pa-  
roissoit au haut de la Bulle des Taches très-  
noires.

Je trouve que ce sont là les causes de la transparence de l'Eau, du Sel, du Verre, des Pierres, & de telles autres Substances. Car il y a plusieurs raisons qui peuvent faire croire que ces Corps-là ont autant de Pores ou d'Interstices entre leurs parties que les autres Corps ; mais que leurs parties sont trop petites, & les interstices qu'il y a entr'elles, trop petits pour pouvoir produire des Reflexions sur leurs communes Surfaces.

---

### CINQUIÈME PROPOSITION.

*Les parties transparentes des Corps, selon leurs différentes grosseurs, réfléchissent des Rayons d'une certaine Couleur, & laissent passer ceux d'une autre Couleur, sur les mêmes fondements que les Plaques minces, ou les Bulles réfléchissent ou laissent passer ces Rayons. Et c'est-là, à mon avis, le fondement de toutes les Couleurs des Corps.*

**C**AR si un Corps applati qui étant d'une égale épaisseur, paroît par tout d'une Couleur uniforme, étoit réduit en filets ou fragments de la même épaisseur que ce Corps, je ne vois pas pourquoi chaque filet ou fragment ne conserveroit pas sa Couleur, ni par conséquent pourquoi un amas de ces filets ne composeroit pas une masse ou poudre de la même Couleur qu'avoit cette espece de Plaque

avant que d'être mise en pièces. Et puisque les parties de chacun de tous les Corps naturels sont comme autant de fragments d'une Plaque, elles doivent pour les mêmes raisons faire voir les mêmes Couleurs.

Or que cela soit ainsi, c'est ce qui paroîtra par l'affinité qui se trouve entre les propriétés des parties des Corps Naturels, & celles des Plaques minces qui ont fait le sujet de la *premiere Partie* de ce second LIVRE. Les Plumes de certains Oiseaux merveilleusement colorées, & particulièrement celles de la queue du Paon, paroissent de différentes Couleurs dans la même partie de la Plume, selon les différentes positions de l'œil, tout comme les Plaques minces dans les *Observations septième & dix-neuvième*: d'où il s'ensuit que les Couleurs de ces Plumes proviennent de la tenuité de leurs parties transparentes, c'est-à-dire, des filets ou barbes extrêmement fines qui sortent des grosses branches laterales de ces Plumes. C'est pour la même raison que des Toiles d'araignée d'une extrême finesse, ont paru colorées, comme quelques-uns l'ont remarqué; & que les fibres colorées de certaines soyes changent de Couleur, si l'on varie la position de l'Œil. De même les soyes, les draps, & d'autres substances qui sont capables d'être imbibées d'eau ou d'huile, contractent une Couleur plus foible & plus sombre après avoir été plongées dans

ces liqueurs ; mais étant séchées, elles reprennent leur premier éclat à peu près comme il arrive aux Corps minces selon la maniere décrite dans la dixième & la vingt-unième *Observation*. Les feuilles d'Or, certaines especes de Verre peint, l'infusion du *Bois Nephretique*, & quelques autres Corps, reflechissent une certaine Couleur, & en laissent passer une autre, tout ainsi que les Corps minces dont il est parlé dans la neuvième & la vingtième *Observation*. Parmi les Poudres colorées dont se servent les Peintres, il y en a quelques-unes dont la Couleur peut changer un peu, si elles sont extrêmement bien broyées. Et en ce cas-là, je ne vois pas à quoi on peut raisonnablement attribuer la cause de ces changements qu'à la division de ces Poudres en plus petites parties, causée par ce broyement ; tout de même que l'épaisseur d'une Plaque mince venant à changer, sa Couleur change aussi. C'est encore pour la même raison que les Fleurs colorées des Plantes & des Vegetaux étant froissées, deviennent pour l'ordinaire plus transparentes qu'auparavant, ou du moins changent de couleur jusqu'à un certain degré. Une autre chose qui peut servir à confirmer ceci, c'est que par le mélange de différentes liqueurs on peut faire des productions & des changements de Couleur fort étranges & fort remarquables, dont la cause la plus raisonnable, & qui se présente le plus naturel-

lement à l'Esprit, c'est que les Corpuscules salins d'une Liqueur agissent diversement sur les Corpuscules colorés d'une autre Liqueur, ou s'unissent differemment avec eux, de sorte qu'ils grossissent ou diminuent ces Corpuscules colorés (ce qui peut non seulement en alterer la grosseur, mais encore la densité) ou bien les divisent en de plus petits Corpuscules (ce qui d'une Liqueur colorée en peut faire une transparente) ou réunissent plusieurs de ces Corpuscules en une seule Masse, par où deux Liqueurs transparentes peuvent en composer une seule colorée. Car on voit par experience combien ces Menstruës salins sont propres à pénétrer & à dissoudre les Substances auxquelles on les applique, & qu'il y en a qui précipitent ce que d'autres dissolvent. De même, si nous considerons les differents Phenomenes de l'Atmosphere, nous pouvons observer que dans le temps que les Vapeurs commencent à s'élever, elles n'empêchent point la transparence de l'Air, étant divisées en des parties trop petites pour que leurs Surfaces puissent produire aucune Reflexion : mais que lorsque pour former des gouttes de pluye, elles commencent à se réunir en globules de toutes sortes de grosseurs intermediates, ces globules étant une fois parvenus à une grosseur propre à reflechir certaines Couleurs, & à en laisser passer d'autres; ils peuvent, selon leurs differentes grosseurs,

composer des Nuées de différentes Couleurs. Car je ne vois pas à quoi l'on peut raisonnablement attribuer la production de ces Couleurs dans une Substance aussi transparente que l'Eau, si ce n'est à la différente grosseur de ses particules globulaires & fluides.

---

## SIXIÈME PROPOSITION.

*Les parties des Corps d'où dépendent leurs Couleurs, sont plus denses que le Milieu qui passe à travers leurs Interstices.*

C'EST ce qui paroîtra si l'on considère que la Couleur d'un Corps dépend non seulement des Rayons qui tombent perpendiculairement sur les parties de ce Corps ; mais aussi de ceux qui tombent dessus, selon quelque inclinaison que ce soit ; & de ce que suivant la septième *Observation*, un fort petit changement d'obliquité change la Couleur réfléchie par tout où le Corps mince, ou la petite particule, est plus rare que le Milieu qui l'environne : de sorte qu'une telle petite particule, lorsque les incidences sont différemment obliques, réfléchira toutes sortes de Couleurs dans une si grande variété, que la Couleur qui résultera de toutes ces Couleurs confusément réfléchies d'un amas de telles particules, sera plutôt un

Blanc ou un Gris, qu'aucune autre Couleur; on ne sera tout au plus qu'une Couleur fort imparfaite & sale. Mais si le Corps mince ou la petite particule est beaucoup plus dense que le Milieu qui l'environne, les Couleurs seront si peu changées par le changement d'obliquité (suivant la dix-neuvième *Observation*) que les Rayons qui seront le moins obliquement réfléchis, pourront prédominer jusqu'au point de faire qu'un amas de ces sortes de particules, paroîtra dans un degré très-sensible de la Couleur même des particules considérées à part.

Ce qui contribué encore un peu à confirmer cette Proposition, c'est que, selon la vingt-deuxième *Observation*, les Couleurs que fait paroître un Corps mince plus dense, renfermé dans un plus rare, sont plus éclatantes que celles que fait paroître un Corps plus rare, renfermé dans un plus dense.



SEPTIEME PROPOSITION.

*Par les Couleurs des Corps Naturels on peut conjecturer  
quelle est la grosseur des parties dont ils  
sont composés.*

CAR comme il est fort probable , par la cinquième *Proposition* , que les parties de ces Corps produisent les mêmes Couleurs que produit une Plaque d'une égale épaisseur , pourvû que la densité refractive des deux soit la même ; & puisque la plûpart de ces parties semblent avoir à peu près la même densité que l'Eau ou le Verre , comme on peut le conclure de plusieurs circonstances , il ne faut , pour déterminer les grosseurs de ces parties , que consulter les TABLES précédentes où est exprimée l'épaisseur de l'Eau ou du Verre , qui fait voir telle ou telle Couleur. Ainsi , si l'on veut savoir quel est le Diametre d'un Corpuscule qui étant égal au Verre en densité , reflechit \* le Vert du troisiéme Ordre , le nombre  $16\frac{1}{4}$  montre que c'est  $16\frac{1}{4}$  parties d'un pouce.

\* Ci dessus , pag. 267.

1000000

Ici la grande difficulté consiste à sçavoir de quel Ordre est la Couleur d'un Corps , quel qu'il soit. Et pour cet effet , il faut avoir recours à la quatrième & à la dix-huitième *Observation* ,

298 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
d'où l'on pourra déduire les conclusions suivantes.

Il est fort probable que les différentes especes d'Ecarlate, de Rouge, d'Orangé & de Jaune, sont du *Second Ordre*, si ce sont des Couleurs nettes & foncées. Les mêmes Couleurs du *Premier* & du *Troisième Ordre*, peuvent être aussi assez bonnes : seulement le Jaune du *Premier Ordre*, est foible ; & l'Orangé & le Rouge du *Troisième Ordre*, sont fort chargés de Violet & de Bleu.

Il peut y avoir de bons *Verts* du *Quatrième Ordre* ; mais les plus nets sont du *Troisième*, auquel il semble qu'on doit rapporter le Vert de toutes les Plantes, en partie à cause de la vivacité de leurs Couleurs, & en partie parce que lorsque les Plantes se flétrissent, quelques-unes prennent un Jaune verdâtre, & que d'autres prennent un Jaune ou un Orangé plus parfait, ou même un Rouge, ayant passé premièrement par toutes les Couleurs intermedietes nommées ci-dessus. Tous ces changements semblent être produits par l'évaporation des parties aqueuses de leur suc, d'où il arrive que les Corpuscules colorés en deviennent plus denses, & même un peu plus gros par l'addition des parties huileuses & terrestres de ce suc. Or la Couleur verte des Plantes est sans doute du même *Ordre* que les Couleurs auxquelles elle se change : parce que ces changements se font par degrés ;

& que ces Couleurs, quoique pour l'ordinaire peu chargées, sont pourtant trop foncées & trop vives pour être du quatrième *Ordre*.

Les différentes Espèces de Bleu & de Pourpre, peuvent être ou du second ou du troisième *Ordre*; mais les meilleures sont du troisième. Ainsi la Couleur des Violettes semble être de ce dernier *Ordre*: parce que le Syrop de ces Fleurs est changé en Rouge par des Liqueurs acides, & en Vert par des Liqueurs urineuses & alcalisées. Car comme il est de la nature des Acides de dissoudre ou d'atténuer, & des Alcalis de précipiter ou d'épaissir, si la Couleur purpurine de ce Syrop étoit du second *Ordre*, une Liqueur acide atténuant ses Corpuscules colorés, changeroit cette Couleur en un Rouge du premier *Ordre*; & un Alkali les épaississant, changeroit cette même Couleur en un Vert du second *Ordre*: Or ce Rouge & ce Vert paroissent trop imparfaits, sur tout le Vert, pour pouvoir être produits par de tels changements. Mais si l'on suppose que le Pourpre des Violettes est du troisième *Ordre*, on peut reconnoître sans inconvenient qu'il se change en Rouge du second *Ordre*, & en Vert du troisième.

Si l'on trouvoit un Corps d'un Pourpre plus foncé, & moins Rougeâtre que le Pourpre des Violettes, il est fort probable que ce seroit un Pourpre du second *Ordre*. Mais comme il n'y a point de Corps vulgairement connu dont la

Couleur soit contamment plus foncée que celle des Violettes , je me suis servi de leur nom pour désigner les Couleurs purpurines les plus foncées & les moins rougeâtres , telles que sont celles qui paroissent visiblement plus nettes & plus pures que la Couleur des Violettes.

Le Bleu du premier *Ordre* , quoique très-foible & très-leger , peut se rencontrer peut-être en certains Corps ; & il semble en particulier que l'Azur des Cieux soit de cet *Ordre*. Car telle est la nature de toutes les Vapeurs , que lorsqu'elles commencent à se condenser & à s'unir en petites parcelles , elles acquièrent la grosseur qui est propre à reflechir un tel Azur , avant que de pouvoir composer des Nuées d'aucune autre Couleur. Ainsi comme c'est la premiere Couleur que les Vapeurs commencent à reflechir , ce doit être la Couleur du Ciel le plus pur & le plus transparent ; puisque les Vapeurs n'y sont pas encore parvenuës à la grosseur qu'elles doivent avoir pour pouvoir reflechir d'autres Couleurs , comme cela se trouve confirmé par l'Experience.

Pour le Blanc , s'il est vif & lumineux au suprême degré , c'est le Blanc du premier *Ordre* : & s'il est moins vif & moins lumineux , c'est un mélange des Couleurs de differents *Ordres*. De cette derniere espece est le Blanc d'écume , celui du Papier , du Linge , & de la plûpart des Corps Blancs. Je compte que les Metaux blancs

font de la premiere espece. Car puisque l'Or, le plus dense de tous les Metaux, devient transparent étant réduit en feuilles; & que tous les Metaux le deviennent aussi, s'ils sont dissous dans des menstruës, ou vitrifiés; il s'ensuit de là que l'opacité des Metaux blancs ne procede point de leur seule densité. Comme ils sont moins denses que l'Or, ils seroient aussi plus transparents, si quelque autre cause ne concouroit avec leur densité pour les rendre opaques. Et cette cause, c'est, je pense, une telle grosseur de leurs particules qui les rende propres à reflechir le Blanc du premier Ordre. Car si ces particules sont d'une autre épaisseur, elles pourroient reflechir d'autres Couleurs, comme cela paroît évidemment par les Couleurs qu'on voit sur l'Acier rougi au feu en le trempant, & quelquefois sur la surface des Metaux fondus, c'est-à-dire, sur la scorie qui se forme par dessus, à mesure qu'ils se refroidissent. Et comme le Blanc du premier Ordre est le plus vif qui puisse être produit par des Lames de Substances transparentes, il doit aussi être plus vif dans la matiere plus dense des Metaux, que dans la matiere plus rare de l'Air, de l'Eau & du Verre. Et je ne vois rien qui empêche que les Substances metalliques d'une épaisseur qui les rende propres à reflechir le Blanc du premier Ordre, ne puissent, en consequence de leur grande densité (selon la teneur de la *Premiere Proposition*

\* Ci def-  
sus, pag.  
284.

tion \*) reflechir toute la Lumiere qui tombe sur elles, & être par consequent aussi opaques & aussi brillantes qu'aucun autre Corps. L'Or, ou le Cuivre mêlé avec un peu moins d'Argent que la moitié de son poids, ou avec de l'Etain, ou du Regule d'Antimoine en fusion, ou bien amalgamé avec fort peu de Mercure, devient blanc; ce qui fait voir que les particules des Metaux blancs ont beaucoup plus de surface, & sont par consequent plus petites que celles de l'Or & du Cuivre; & d'ailleurs qu'elles sont si opaques, que les particules de l'Or ou du Cuivre ne sçauroient briller à travers. Au reste, on ne peut gueres douter que les Couleurs de l'Or & du Cuivre ne soient du second & du troisième *Ordre*; & par consequent les particules des Metaux blancs ne sçauroient être beaucoup plus grosses qu'il ne faut pour faire qu'ils reflechissent le Blanc du premier *Ordre*: la volatilité du Mercure prouve qu'elles ne sont pas beaucoup trop grosses pour cela. Elles ne peuvent pas être non plus beaucoup trop petites: si cela étoit, elles perdrieroient leur opacité, & deviendroient ou transparentes, comme lorsqu'elles sont atténuées par la vitrification ou par une dissolution dans certains Menstruës; ou noires, comme lorsqu'on les appetisse, en frottant, par exemple, de l'Argent, de l'Etain, ou du Plomb contre quelqu'autre Corps pour y tracer des lignes noires. La premiere & l'uni-

que Couleur que les Metaux blancs contractent par l'attrition de leurs particules, c'est le Noir; & par consequent leur Blanc doit être celui qui confine à la Tache Noire dans le centre des Anneaux colorés, c'est-à-dire, que ce doit être le Blanc du premier *Ordre*. Mais si l'on veut déduire de là la grosseur des particules Metalliques, il faut mettre en ligne de compte leur densité; car si le Mercure étoit transparent, sa densité est telle que, selon mon calcul, le Sinus d'Incidence sur ce Corps-là seroit au Sinus de sa Refraction, comme 71 à 20, ou 7 à 2. Et par consequent, afin que ses particules puissent produire les mêmes Couleurs que les particules des Bulles d'eau, leur épaisseur doit être moindre que celle de la pellicule de ces Bulles, selon la proportion de 2 à 7. D'où il s'ensuit que les particules du Mercure peuvent être aussi petites que celles de quelques Fluides transparents & volatils, & ne laisser pourtant pas de reflechir le Blanc du premier *Ordre*.

Enfin pour la production du Noir, les Corpuscules doivent être plus petits qu'aucun de ceux qui produisent d'autres Couleurs; car toutes les particules plus grosses reflechissent trop de Lumiere pour former le Noir. Mais si vous supposez les Corpuscules un peu plus petits qu'il ne faut pour reflechir le Blanc, & le Bleu le plus languissant du premier *Ordre*; il arrivera selon la quatrième, la huitième, la dix-

304 *Traité d'Optique, sur la Lumiere,*  
septième, & la dix-huitième *Observation*, qu'ils  
reflechiront si peu de Lumiere qu'ils paroîtront  
extrêmement Noirs ; mais que cependant ils  
pouront peut-être la rompre diversément çà &  
là au dedans d'eux-mêmes, jusqu'à ce qu'elle  
soit éteinte & perduë, moyennant quoi ces  
Corpuscules paroîtront Noirs sans aucune trans-  
parence, dans toutes les positions de l'Oeil.  
On peut comprendre par-là pourquoi le Feu,  
& la Putrefaction, le plus subtil de tous les dis-  
solvants, donnent une Couleur noire aux par-  
ticules des Corps en les divisant : Pourquoi de  
petites quantités de Corps Noirs communi-  
quent leur Couleur aisément, & jusqu'à un  
fort grand degré, à d'autres Corps auxquels  
on les applique, les petites parcelles de ces  
Corps noirs se répandant sans peine, à cause  
de leur grand nombre, sur les particules grossie-  
res des autres Corps : Pourquoi le Verre tra-  
vaillé exactement avec du sable sur une Plaque  
de Cuivre, jusqu'à ce qu'il soit bien poli, rend le  
sable fort noir, aussi-bien que ce qui se détache  
du Verre & du Cuivre : Pourquoi les Corps  
Noirs sont plutôt échauffés & consumés par le  
feu du Soleil qu'aucun autre Corps ; ce qui  
peut venir en partie du grand nombre de Re-  
fractions faites dans un petit espace, & en par-  
tie de l'ébranlement qui est facilement excité  
dans de si petites parties : & pourquoi les  
Corps Noirs tirent ordinairement un peu sur le  
Bleuâtre,

Bleuâtre, de quoi l'on peut s'assurer en faisant tomber sur du Papier Blanc une Lumière réfléchie par des Corps Noirs : car pour l'ordinaire le Papier paroîtra d'un Blanc bleuâtre ; & la raison, c'est que le Noir confine au Bleu obscur du premier Ordre, décrit dans la dix-huitième Observation, & réfléchit par conséquent plus de Rayons de cette Couleur que d'aucune autre.

Dans ces Descriptions je suis descendu dans un détail d'autant plus grand, qu'il n'est pas impossible qu'avec le tems les Microscopes ne puissent être perfectionnés jusqu'au point de nous découvrir les particules des Corps d'où dépendent leurs Couleurs, si l'on n'est pas déjà parvenu en quelque manière à ce degré de perfection. Car si ces Instruments sont, ou peuvent être perfectionnés jusqu'à représenter assez distinctement les Objets, cinq ou six cens fois plus gros qu'on ne les voit simplement avec les yeux à un pié de distance ; j'aurois du penchant à croire que par leur secours nous pourrions découvrir quelques-unes de ces plus grosses particules. Et peut-être que par le moyen d'un Microscope qui grossiroit trois ou quatre mille fois, on pouroit venir à les découvrir toutes, hormis celles qui produisent le Noir. En attendant je ne vois dans ce discours rien d'essentiel dont on puisse raisonnablement douter, excepté ceci : c'est que les Corpuscules transparents qui sont de la même épaisseur & de la même den-

sité qu'une telle lame, produisent les mêmes Couleurs que cette lame. Je ne voudrois pas qu'on prît ceci à la rigueur, tant parce que ces Corpuscules peuvent avoir des figures irrégulières, & que plusieurs Rayons doivent tomber irrégulièrement dessus, & passer par conséquent à travers par un chemin plus court que n'est la longueur des Diamètres de ces Corpuscules; que parce que la pression du Milieu refermé de tous côtés au dedans de ces Corpuscules, peut en changer un peu les mouvements ou d'autres qualités, d'où dépend la Reflexion. Je ne fais pourtant pas grand fond sur cette dernière raison, ayant observé que quelques petites Lames de Talc de Moscovie, également épaisses par tout, étant regardées au travers d'un Microscope, ont paru, dans leurs extrémités & leurs Angles où se terminoit le Milieu inclus, de la même Couleur qu'elles avoient dans leurs autres parties. Quoi qu'il en soit, ce nous fera un surcroît de satisfaction assez important, si nous pouvons discerner ces Corpuscules par le secours des Microscopes: mais si enfin nous en venons là, je crains bien que ce ne soit le plus haut point où la Vûë puisse jamais parvenir; car de découvrir dans ces Corpuscules mêmes ce qu'il y a de plus secret, & de plus exquis dans les Ouvrages de la Nature, c'est ce qui semble absolument impossible, à cause de la transparence de ces Corpuscules.

HUITIÈME PROPOSITION.

*La cause de la Reflexion n'est pas \* l'incidence de la Lumiere sur les parties solides ou impenetrables des Corps, comme on l'a toujours cru jusqu'ici.*

C'EST ce qui paroît par les Considerations suivantes. *La premiere* est, que dans le passage de la Lumiere du Verre dans l'Air, il se fait une Reflexion aussi forte que dans son passage de l'Air dans le Verre, ou plutôt un peu plus forte, & de beaucoup plus forte encore que lorsqu'elle passe du Verre dans l'Eau. Or il ne paroît pas probable que l'Air ait des parties plus fortement reflechissantes que ne sont celles de l'Eau ou du Verre. Mais quand même on pouroit le supposer, l'on n'avanceroit rien par-là; car la Reflexion est aussi forte, ou même plus forte lorsque l'Air a été tiré d'un Recipient de Verre, (comme dans la *Machine Pneumatique*, inventée par OTTO GUERIC, perfectionnée & rendue utile par M. BOYLE) qu'avant que l'Air en ait été ôté. *En second lieu*, si la Lumiere passant du Verre dans l'Air tombe plus obliquement que selon un Angle de 40.

\* M. le Chevalier de Newton veut dire que la Reflexion se fait sans que la Lumiere aille frapper contre les parties solides des Corps, & en rebondisse.

ou 41. degrés, elle est totalement réfléchie ; & si elle tombe moins obliquement, elle passe presque toute à travers. Or on ne sauroit imaginer que la Lumiere à un certain degré d'obliquité dût rencontrer dans l'Air assez de pores pour que sa plus grande partie passât à travers, & qu'à un autre degré d'obliquité elle n'y rencontrât que des parties qui la réfléchissent totalement, vû surtout que lorsqu'elle vient à passer de l'Air dans le Verre, quelque oblique que soit son incidence, il se trouve assez de pores dans le Verre pour en laisser passer une grande partie. Mais si quelqu'un s'avise de supposer que la Lumiere n'est pas réfléchie par l'Air, mais par les parties extérieures du Verre qui en constituent la superficie, la difficulté restera toujours la même, outre qu'une telle supposition est intelligible, & paroîtra même visiblement fausse, si derrière quelque partie du Verre on applique de l'Eau à la place de l'Air. Car s'il arrive que les Rayons ayent une obliquité convenable, comme de quarante-cinq ou de quarante-six degrés, ils seront totalement réfléchis lorsque l'Air est adjacent au Verre, au lieu qu'ils seront transmis en grande partie lorsque l'Eau y est adjacente : ce qui prouve que leur Reflexion ou leur Transmission dépend de la constitution particulière de l'Air & de l'Eau qui sont derrière le Verre, & non pas de l'incidence des

Rayons sur les parties solides du Verre. *En troisième lieu*, si les Couleurs produites par un Prisme placé près d'un Trou par où un Trait de Lumière entre dans une Chambre obscure, sont jetées successivement sur un second Prisme placé plus loin du Trou que le premier, de sorte que toutes les incidences soient égales à une égale obliquité; ce second Prisme pourra être tellement incliné aux Rayons incidents, qu'il réfléchira tous les Rayons Bleus, tandis que les Rouges passeront à travers en assez grande abondance. Or si la Reflexion est causée par les parties de l'Air ou du Verre, je voudrois bien sçavoir pourquoi, à la même obliquité d'incidence, tous les Rayons Bleus donneroient sur ces parties d'où ils seroient conséquemment tous réfléchis, tandis que les Rouges ne laisseroient pas de trouver assez de pores pour être transmis en grande partie. *En quatrième lieu* dans l'endroit où deux Verres se touchent, il ne se fait point de Reflexion sensible, comme cela paroît par \* la *Première Observation*; & cependant je ne vois pas pourquoi les Rayons ne fraperoient pas aussi-tôt contre les parties du Verre, lorsque le Verre est contigu à un autre Verre, que lorsqu'il est contigu à l'Air. *En cinquième lieu*, lorsque le haut d'une Bulle d'eau (dans la dix-septième *Observation*) devenoit fort mince par l'écoulement & l'évaporation de l'Eau, il s'en réfléchissoit une si petite & si in-

\* Partie  
I. Liv. II.

fenfible quantité de Lumiere, que cet endroit paroiffoit extrêmement Noir, quoi que tout autour de cette Tache noire, où l'Eau étoit plus épaiſſe, la Reflexion fut fi forte qu'elle faifoit paroître l'Eau très-blanche. Et ce n'est pas feulement à la plus petite épaiſſeur des Plaques minces ou des Bulles qu'il ne ſe fait aucune Reflexion fenfible, mais encore à pluſieurs autres épaiſſeurs qui vont ſans ceſſe en augmentant. Car dans la quinzième *Obſervation*, les Rayons de la même Couleur étoient transmis alternativement à une certaine épaiſſeur, & réfléchis à une autre épaiſſeur durant un nombre indéterminé de Succéſſions. Et cependant dans la ſuperficie du Corps attenué, il y a autant de parties ſur lesquelles les Rayons peuvent frapper dans l'endroit où ce Corps eſt d'une certaine épaiſſeur; qu'il y en a dans l'endroit où il eſt de toute autre épaiſſeur. *En ſixième lieu*, ſi la Reflexion étoit cauſée par les parties des Corps réfléchiffants, il ſeroit impoſſible que dans un ſeul & même endroit les Plaques minces, où les Bulles, réfléchiffent les Rayons d'une Couleur, & laiſſaſſent paſſer ceux d'une autre Couleur, comme il arrive ſuivant la treizième & la quinzième *Obſervation*. Car on ne ſauroit comprendre comme le hazard peut faire que dans un même endroit les Rayons qui, par exemple, produiſent du Bleu, frappent contre les parties d'un Corps; & que les Rayons

qui produisent du Rouge, viennent à rencontrer les pores de ce même Corps; & qu'ensuite dans un autre endroit où le Corps est, ou un peu plus épais, ou un peu plus mince, le Bleu aille au contraire donner dans les Pores, & le Rouge sur les parties de ce Corps. *Enfin*, si la Reflexion des Rayons de Lumiere étoit produite par leur choq contre les parties solides des Corps, ces Rayons ne seroient pas réfléchis par les Corps polis, d'une maniere si reguliere qu'ils le sont. Car lorsqu'on polit le Verre avec du sable, de la potée, ou du tripoli, il n'est pas concevable que ces Substances venant à frotter & user le Verre, puissent donner un poli si exact à ses plus petites parties, que toutes leurs Surfaces soient, ou véritablement planes, ou véritablement spheriques, & qu'elles soient toutes travaillées en un même sens jusqu'à composer ensemble une Surface parfaitement unie. Plus les particules de ces Substances sont petites, plus petits seront les fillons qu'elles feront sur le Verre en l'usant continuellement jusqu'à ce qu'il soit poli: mais quelques petites que soient ces particules, elles ne peuvent user autrement le Verre qu'en le ratissant, & en brisant ses parties trop relevées; ni par conséquent le polir qu'en applanissant si bien ses parties raboteuses & inégales, que les fillonnements de sa superficie soient trop légers pour être apperçus. Il s'ensuit de-là, que si la Lumiere étoit réfléchie

en donnant sur les parties solides du Verre, elle seroit autant dispersée par le Verre le plus poli que par le plus raboteux. Reste donc à déterminer comment le Verre poli par des Substances qui sillonnent sa superficie, peut reflechir la Lumiere si régulièrement qu'il fait. Et à peine est-il possible de résoudre autrement ce Problème qu'en disant que la Reflexion d'un Rayon est produite, non par un point particulier du Corps reflechissant, mais par quelque puissance du Corps, qui est également répandue sur toute sa Surface, & par laquelle le Corps agit sur le Rayon sans le toucher immédiatement. Car que les parties du Corps agissent sur la Lu-

\* *At à distance,* miere \* en éloignement, c'est ce qui paroîtra dans la suite.  
ou *Ad distans.*

Si donc la Lumiere n'est pas reflechie par le choq de ses Rayons contre les parties solides des Corps, mais par quelqu'autre cause, il est probable que ces Rayons-là ne sont point reflechis, qui donnent actuellement sur les parties des Corps; mais qu'ils s'éteignent & se perdent dans les Corps mêmes: car autrement il faudroit admettre deux especes de Reflexions. Si tous les Rayons qui tombent sur les parties intérieures de l'Eau claire ou du Crystal, étoient reflechis, l'Eau & le Crystal auroient une Couleur sombre & nebuluse plutôt qu'une claire transparence. Afin que les Corps paroissent Noirs, il est necessaire que plusieurs Rayons  
soient

soient interceptés, éteints & perdus au dedans de ces Corps; & il semble qu'il est contre la vraisemblance qu'aucun Rayon puisse être intercepté & éteint dans un Corps, sans donner actuellement sur les parties de ce Corps.

Nous pouvons inferer de-là, que les Corps sont beaucoup plus rares & plus poreux qu'on ne croit ordinairement. L'Eau est 19. fois plus legere, & par conséquent 19. fois plus rare que l'Or; & l'Or est si rare qu'il laisse passer aisément & sans la moindre opposition les \* Emanations magnetiques; qu'il admet sans peine le Vif-argent dans ses pores, & laisse même passer l'Eau au travers de sa Substance. Car un Globe d'Or, concave, rempli d'Eau, & soudé exactement, ayant été mis sous une presse qu'on serra à toute force, l'Eau s'ouvrit un chemin, & parut sur toute la surface extérieure du Globe, en forme de quantité de petites gouttes comme de la Rosée, sans que l'Or de ce Globe se fendît ou s'éclatât le moins du monde, comme je l'ai appris d'un témoin oculaire. Nous pouvons conclure de tout cela, que l'Or a plus de pores que de parties solides; & que par conséquent l'Eau a plus de quarante fois plus de pores que de parties solides. Et quiconque trouvera une Hypothese suivant laquelle l'Eau peut être rare à ce point-là, sans pouvoir pourtant être comprimée par aucune force; pourra, en vertu de cette même Hypothese, rendre l'Or, l'Eau, &

\* Effluvia

tout autre Corps, encore plus rares jusqu'à tel degré qu'il lui plaira; & dès-là il y aura assez d'espace dans les Corps transparents pour que la Lumiere puisse passer librement à travers.

L'Aiman agit sur le Fer à travers tous les Corps denses qui ne sont ni brûlants de chaleur, ni magnetiques, sans perdre de sa vertu, comme, par exemple, à travers l'Or, l'Argent, le Plomb, le Verre, l'Eau, &c. La puissance *gravitante* du Soleil est transmise à travers les vastes Corps des Planetes sans aucune diminution, de sorte qu'elle agit sur toutes leurs parties jusqu'à leur propre Centre, avec la même force, & suivant les mêmes Loix que si la partie sur quoi elle agit, n'étoit point environnée du Corps de la Planete. Et les Rayons de Lumiere, soit que ce soient de très-petits Corpuscules poussés en avant, ou seulement un mouvement, ou une force (pour ainsi dire) propagée, se meuvent en Ligne droite: & toutes les fois qu'un Rayon de Lumiere est détourné du chemin qu'il fait en droite ligne, par quelque Obstacle que ce soit, il ne retournera jamais sur la même Ligne droite, si ce n'est peut-être par quelque accident fort extraordinaire. Et cependant la Lumiere est transmise en Ligne droite à travers des Corps solides transparents, jusqu'à de fort grandes distances. De sçavoir comment les Corps peuvent avoir assez de pores pour produire ces effets, c'est une chose très-difficile,

mais non pas, peut-être, absolument impossible à comprendre. Car les Couleurs des Corps procedent de la grosseur de leurs particules qui reflechissent telles ou telles Couleurs, comme on l'a expliqué ci-dessus. Or si nous concevons que ces particules puissent être tellement disposées, que les intervalles ou espaces vuides qu'il y a entr'elles, soient égaux en quantité à toutes ces particules prises ensemble; & que ces particules soient composées d'autres plus petites, qui ayent entr'elles des espaces vuides d'une quantité égale à celle de toutes ces plus petites particules; & que ces plus petites particules soient pareillement composées d'autres beaucoup plus petites, qui toutes ensemble soient égales à tous les pores ou espaces vuides qu'il y a entr'elles; & ainsi de suite jusqu'à ce qu'on vienne à des particules solides qui n'ayent nuls pores ou espaces vuides: & que dans un certain Corps il y ait, par exemple, trois pareils degrés de particules, les moindres desquelles soient solides, ce Corps aura sept fois plus de pores que de parties solides. Mais s'il y a quatre pareils degrés de particules dont les moindres soient solides, le Corps aura quinze fois plus de pores que de parties solides. S'il y en a cinq degrés, le Corps aura trente & une fois plus de pores que de parties solides; s'il y en a six degrés, le Corps aura soixante-trois fois plus de pores que de parties solides; & ainsi de

suite continuellement. Il y a d'autres moyens de concevoir comment les Corps peuvent être excessivement poreux. Mais quelle est réellement leur constitution intérieure, c'est ce que nous ne connoissons point encore.

## NEUVIÈME PROPOSITION.

*Les Corps réfléchissent & rompent la Lumière par une seule & même puissance, diversement mise en œuvre en différentes circonstances.*

**C**'EST ce qui se démontre par plusieurs raisons. *Premièrement*, parce que lorsque la Lumière passe du Verre dans l'Air aussi obliquement qu'elle peut le faire, si elle tombe ensuite un peu plus obliquement, elle vient à être totalement réfléchie. Car après que la puissance du Verre a rompu la Lumière à la plus grande obliquité possible, si l'incidence est rendue plus oblique, cette puissance devient trop forte pour laisser passer aucun Rayon, & cause par conséquent des Reflexions totales. *En second lieu*, parce que la Lumière est alternativement réfléchie & transmise par des Plaques minces de Verre, pendant plusieurs successions, à mesure que l'épaisseur de la Plaque augmente en progression arithmétique. Car ici c'est l'épaisseur du Verre qui détermine si la puissance par

laquelle le Verre agit sur la Lumiere, doit la faire reflechir, ou la laisser passer. Et en troisieme lieu, parce que les Surfaces des Corps transpa-  
 rens qui ont la plus grande puissance refringente, reflechissent aussi la plus grande quan-  
 tite de Lumiere, comme je l'ai montré dans la

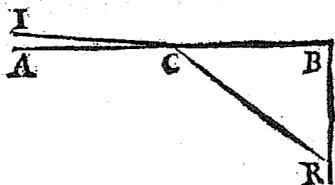
\* Partie  
 III. Liv.  
 II.

\* PREMIERE PROPOSITION.

### DIXIEME PROPOSITION.

*Si la Lumiere est plus rapide dans les Corps que dans le Vuide, selon la proportion des Sinus qui mesurent la Refraction des Corps; les forces qu'ont les Corps de reflechir & de rompre la Lumiere, sont à fort peu près, proportionnelles aux densités de ces mêmes Corps, excepté que les Corps onctueux & sulphureux produisent des Refractions plus fortes que les autres Corps de la même densité.*

**S** OIT  $AB$  la Surface plane refringente d'un Corps quelconque, &  $IC$  un Rayon rom-



lant fort obliquement sur ce Corps en  $C$ , de sorte que l'Angle  $ACI$  soit infiniment petit: & soit  $CR$  le Rayon rompu. D'un Point donné  $B$

tirez perpendiculairement à la Surface réfringente la Ligne  $BR$  qui rencontre le Rayon rompu  $CR$  en  $R$ . Si  $CR$  représente le mouvement du Rayon rompu, & que ce mouvement soit distingué en deux mouvements  $CB$  &  $BR$ , dont  $CB$  soit parallèle au Plan réfringent, &  $BR$  perpendiculaire au même Plan;  $CB$  représentera le mouvement d'un Rayon incident, &  $BR$  le mouvement engendré par la Réfraction, comme l'ont expliqué les derniers Ecrivains d'Optique.

Or si un Corps, ou quoi que ce soit, se mouvant au travers d'un Espace quelconqué d'une largeur donnée, terminé des deux côtés par deux Plans parallèles, est poussé dans toutes les parties de cet Espace par des forces qui tendent directement vers le dernier Plan, & qu'avant que de tomber sur le premier Plan, il n'eût aucun mouvement vers ce Plan, ou qu'un mouvement infiniment petit: & si dans toutes les parties de cet Espace les forces entre les deux Plans sont égales entr'elles, à égales distances de ces Plans, mais plus grandes ou plus petites à distances inégales, en proportion donnée quelconqué, le mouvement engendré par ces forces-là durant tout le passage du Corps ou de la chose à travers cet Espace, sera en proportion soudoublée de forces, comme les Mathematiciens le comprendront aisément. Et par conséquent, si l'Espace d'activité de la

Surface réfringente du Corps, est considéré comme un tel Espace; le mouvement du Rayon engendré par la force réfringente du Corps durant son passage au travers de cet Espace, c'est-à-dire, le mouvement *BR* doit être en proportion soudoublée de la force réfringente. Je dis donc que le Quarré de la Ligne *BR*, & par conséquent la force réfringente du Corps, est à-peu-près comme la densité du même Corps. C'est ce qui paroîtra par la TABLE suivante, où l'on voit, en différentes Colomnes, LA PROPORTION des SINUS qui mesurent les Refractions de différents Corps; LE QUARRÉ de la Ligne *BR*, supposé que *CB* soit l'unité; LES DENSITÉS des Corps estimées par leurs pesanteurs spécifiques; & LEUR POUVOIR REFRINGENT par rapport à leurs densités.

Corps réfringents.	La Proportion des Sinus d'Incidence & de R. fraction de la Lumière Jaune.	Le Quarté de BR, auquel est proportionnée la force réfringente du Corps.	Ladensité & la pesanteur spécifique du Corps.	Le pouvoir réfringent du Corps par rapport à sa densité,
Une fausse-Topaze, Pierre naturelle, pellucide, cassante, pailleeuse, de Couleur jaune.	23 à 14	1'699	4'27	3979
L'Air.	3201 à 3200	0'000625	0'0012	5208
Le Verre d'Antimoine.	17 à 9	2'568	5'28	4864
Une Selenite.	61 à 41	1'213	2'252	5386
Le Verre commun.	31 à 20	1'4025	2'58	5436
Le Crystal de roche.	25 à 16	1'445	2'65	5450
Le Crystal d'Islande.	5 à 3	1'778	2'72	6536
Le Sel Gemme.	17 à 11	1'388	2'143	6477
L'Alun.	35 à 24	1'267	1'714	6570
Le Borax.	22 à 15	1'1511	1'714	6716
Le Nitre.	32 à 21	1'345	1'9	7079
Le Vitriol de Dantzick.	303 à 200	1'295	1'715	7551
L'Huile de Vitriol.	10 à 7	1'041	1'7	6124
L'Eau de Pluye.	529 à 396	0'7845	1'	7845
La Gomme Arabique.	31 à 21	1'179	1'375	8574
L'Esprit de Vin bien rectifié.	100 à 73	0'8765	0'866	10121
Le Camphre.	3 à 2	1'25	0'996	12551
L'Huile d'Olive.	22 à 15	1'1511	0'913	12607
L'Huile de Lin.	40 à 27	1'1948	0'932	12819
L'Esprit de Terebenthine.	25 à 17	2'1626	0'874	13222
L'Ambre.	14 à 9	1'42	1'04	13654
Le Diamant.	100 à 41	4'942	3'4	14556

Dans cette TABLE la Refraction de l'Air est déterminée par celle de l'Atmosphère, observée par les Astronomes. Car si la Lumière passe

passé à travers plusieurs Corps ou Milieux réfringents qui soient par degrés plus denses les uns que les autres, & qui soient terminés par des Surfaces parallèles; la somme de toutes les Réfractions sera égale à la simple Réfraction que la Lumière auroit soufferte en passant immédiatement du premier Milieu dans le dernier: ce qui se trouve véritable, quoique le nombre des Substances réfringentes soit augmenté à l'infini, & que les distances de l'une à l'autre soient tout autant diminuées, de sorte que la Lumière soit rompue à chaque point de son passage, & formée en ligne Courbe par de continuelles Réfractions. Donc la Réfraction totale de la Lumière en passant à travers l'Atmosphère depuis sa partie la plus haute & la plus rare, jusqu'à sa partie la plus basse & la plus dense, doit être égale à la Réfraction que la Lumière souffriroit, en passant, à pareille obliquité, du Vuide immédiatement dans un Air égal en densité à celui de la partie la plus basse de l'Atmosphère. Or quoique la Fausse-Topaze, la Selenite, le Crystal de roche, le Crystal d'Islande, le Verre commun, (c'est-à-dire du sable fondu) & le Verre d'Antimoine (qui sont des concrétions terrestres, pierreuses, alcalisées) & l'Air, (qui probablement provient de ces sortes de Substances par voye de fermentation) quoique toutes ces Substances, dis-je, different extrême-

mement en densité, il paroît pourtant par cette TABLE que leurs puissances refringentes sont presque en même proportion entr'elles que leurs densités, excepté que la Refraction du *Crystal d'Islande*, qui est un Corps d'une espece toute particuliere, est un peu plus grande que celle des autres Substances; & qu'en particulier l'*Air*, qui est 3500 fois plus rare que la *Fausse-Topaze*, & 4400 fois plus rare que le Verre d'Antimoine, & 2000 fois plus rare que la *Selenite*, le Verre commun, ou le *Crystal de roche*, a malgré sa rareté le même pouvoir refringent par rapport à sa densité, que ces Substances très-denses ont par rapport à leurs densités, à cela près qu'il se trouve dans ces Substances quelques petites differences de rapports entre leurs pouvoirs refringents, & leurs densités.

D'ailleurs, si l'on compare ensemble la Refraction du *Camphre*, de l'*Huile d'Olive*, de l'*Huile de lin*, de l'*Esprit de Terebenthine* & d'*Ambre*, qui sont des Corps gras, sulphureux, onctueux; & du *Diamant* qui probablement est une Substance onctueuse coagulée: il paroîtra que les forces refringentes de toutes ces différentes Substances sont, à-peu-près, en même proportion entr'elles que leurs densités sans aucune variation considerable. Mais les forces refringentes de ces Substances onctueuses sont trois ou quatre fois plus grandes par rapport à

leurs densités, que ne sont les forces réfringentes des Substances nommées dans le Paragraphe précédent, par rapport à leurs densités.

L'*Eau* a un pouvoir réfringent qui tient le milieu entre ces deux espèces de Substances; & probablement elle est d'une nature mitoyenne. Car c'est de l'*Eau* que provient la matière de tous les *Vegetaux* & de tous les *Animaux*, qui sont composés de parties sulphureuses, grasses & inflammables aussi-bien que de parties terrestres, seches, & alcalisées.

Les *Sels* & les *Vitriols* ont des puissances réfringentes qui tiennent le milieu entre celles des Substances terrestres, & de l'*Eau*; & sont composés par conséquent de ces deux espèces de Substances. Car par la distillation & la rectification de leurs *Esprits*, une grande partie s'en va en eau; & une grande partie reste sous la forme d'une terre sèche, fixe & capable d'être vitrifiée.

L'*Esprit de vin* a un pouvoir réfringent qui tient le milieu entre le pouvoir réfringent de l'*Eau* & celui des Substances huileuses; & par cela même il paroît être composé de ces deux espèces de Substances unies par la fermentation, l'*Eau* par le moyen de quelques *Esprits salins* dont elle est impregnée, dissolvant l'*Huile*, & la volatilisant par son action. Car c'est par ses parties huileuses que l'*Esprit de vin* est inflammable; & mêlé avec du *Sel de Tartre*,

s'il est distillé plusieurs fois, il devient plus aqueux & plus phlegmatique à chaque distillation. Les Chimistes observent que les Plantes (comme *la Lavende, la Ruë, la Marjolaine, &c.*) distillées à part, donnent de l'huile, avant la fermentation, sans aucun Esprit ardent: mais qu'après la fermentation, elles donnent des Esprits ardents sans aucune huile; ce qui fait voir que leur huile est changée en Esprits par la fermentation. Les Chimistes trouvent encore que, si l'on verse de l'Huile en petite quantité sur les Plantes qui fermentent actuellement, l'Huile se distille en forme d'Esprits après la fermentation.

Ainsi donc par la TABLE précédente tous les Corps semblent avoir leurs forces réfringentes proportionnées à leurs densités, ou à fort peu de chose près, excepté entant qu'ils ont plus ou moins de parties sulphureuses & huileuses; ce qui rend leur puissance réfringente plus ou moins forte. Sur quoi il semble qu'on soit en droit d'attribuer le pouvoir réfringent de tous les Corps principalement, sinon entièrement, aux parties sulphureuses en quoi ils abondent. Car il y a grande apparence que tous les Corps abondent plus ou moins en souffres. Et comme la Lumière réunie par un Miroir ardent agit plus fortement sur les Corps sulphureux, les convertissant en feu & en flamme; de même, puisque toute action est réciproque, les

souffres doivent agir plus fortement sur la Lumiere. Or que l'action entre la Lumiere & les Corps soit réciproque, c'est ce qui paroîtra si l'on considere que les Corps les plus denses qui rompent & reflechissent la Lumiere le plus fortement, reçoivent, par un Soleil d'Été, le plus grand degré de chaleur, de l'action de la Lumiere rompuë ou reflechie.

Jusqu'ici j'ai expliqué le pouvoir que les Corps ont de reflechir & de rompre la Lumiere; & j'ai fait voir que les Plaques minces transparentes, les Fibres & les Particules des Corps reflechissent différentes especes de Rayons suivant leurs différentes épaisseurs & densités; que c'est par-là qu'elles paroissent de différentes Couleurs; & que par conséquent les différentes grosseurs & densités des particules transparentes des Corps Naturels, suffisent pour produire toutes leurs Couleurs. Mais d'où vient que ces Plaques, ces Fibres, & ces Particules reflechissent différentes especes de Rayons selon leurs différentes épaisseurs & densités? c'est ce que je n'ai pas encore expliqué. Pour donner quelque ouverture sur cet article, & disposer l'Esprit à comprendre la *Quatrième Partie* de ce second Livre, je conclurai cette *Troisième Partie* par neuf ou dix autres Propositions. Celles qui ont précédé, regardent la nature des Corps; & celles-ci concernent la nature de la Lumiere: car il faut comprendre la nature de

326 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
ces deux choses avant que de pouvoir connoître la raison de leurs actions réciproques. Et parce que la dernière Proposition dépendoit de la vitesse de la Lumiere, je commencerai par une Proposition du même genre.

---

## ONZIÈME PROPOSITION.

*La Lumiere qui vient des Corps Lumineux, se répand dans un certain espace de temps, & employe environ sept ou huit minutes à passer du Soleil à la Terre.*

C'EST ce que M. Roëmer a observé le premier, & d'autres après lui, par le moyen des Eclipses des Satellites de Jupiter. Car lorsque la Terre est entre le Soleil & Jupiter, ces Eclipses arrivent environ sept ou huit minutes plutôt qu'elles ne devroient selon les Tables; & lorsque la Terre est au delà du Soleil, par rapport à Jupiter, ces Eclipses arrivent environ sept ou huit minutes plus tard qu'elles ne devroient; & cela par la raison que dans le dernier cas le chemin que la Lumiere des Satellites doit faire, est plus long que dans le premier cas, de toute l'étendue du Diametre de l'Orbe de la Terre. Il peut y avoir quelques inégalités de temps causées par les excentricités des Orbes des Satellites, mais elles ne sçau-

roient s'accorder dans tous les Satellites & en tout temps , avec la position & la distance où la Terre se trouve à l'égard du Soleil. Les mouvements moyens des Satellites de Jupiter sont aussi plus rapides lorsque Jupiter descend de son Aphelie à son Perihelie , que lorsqu'il monte dans l'autre moitié de son Orbe. Mais cette inégalité n'a aucun rapport à la position de la Terre ; & est insensible dans les trois Satellites intérieurs , comme je le trouve par un calcul fondé sur la Theorie de leur gravité.

---

## DOUZIÈME PROPOSITION.

*Tout Rayon de Lumiere acquiert , en passant à travers une Surface refringente quelconque , une certaine constitution ou disposition transitoire qui dans le progrès du Rayon revient à intervalles égaux , & fait que le Rayon , à chaque retour de cette disposition , est transmis aisément à travers la Surface refringente qui vient immédiatement après , & qu'à chaque intermission de cet état , il est aisément reflechi par cette même Surface.*

**C**ELA est évident par les Observations cinquième, neuvième, douzième & quinzième. Car il paroît par ces Observations qu'une seule & même espece de Rayons venant à tomber à Angles égaux sur une Plaque mince & transparente quelconque , est reflechie &

transmise alternativement durant plusieurs successions, à mesure que l'épaisseur de la Plaque augmente selon la progression arithmétique des nombres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c. de sorte que si la première Reflexion (celle qui produit le premier ou le plus intérieur des Anneaux colorés) se fait à l'épaisseur 1, les Rayons seront transmis aux épaisseurs 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c. & formeront par là la Tache centrale, & les Anneaux lucides qui sont vus par transmission; & ils seront réfléchis aux épaisseurs 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c. & formeront par là les Anneaux qui se voyent par Reflexion. Or cette Reflexion & Transmission alternatives, se font plus de cent fois de suite, comme je l'inferé de la vingt-quatrième *Observation*; & plusieurs milliers de fois, comme je l'inferé des *Observations* qu'on verra dans la QUATRIÈME PARTIE DE CE LIVRE, ces vicissitudes de Reflexion & de Transmission étant continuées depuis une Surface d'une Plaque de Verre jusqu'à l'autre, quoique l'épaisseur de la Plaque ait un quart de pouce ou davantage; de sorte que ce changement alternatif semble être continué de chaque Surface réfringente, à toutes sortes de distances, sans fin, ou sans bornes.

Cette Reflexion & Refraction alternatives dépendent des deux Surfaces de chaque Plaque mince; parce qu'elles dépendent de leur distance mutuelle. Par la vingt-unième *Observation*, si

l'une ou l'autre Surface d'une Plaque de Talc de Moscovie est mouillée, les Couleurs produites par la Reflexion & la Refraction alternatives, s'affoiblissent aussi-tôt; & par conséquent cette Reflexion & cette Refraction alternatives dépendent des deux Surfaces.

La Reflexion & la Refraction se font donc à la seconde Surface. Car si elles se faisoient à la premiere avant que les Rayons arrivassent à la seconde, elles ne dépendroient pas de la seconde.

Elles dépendent aussi de quelque action ou disposition, qui se communique de la premiere Surface à la seconde; parce qu'autrement les Rayons étant parvenus à la seconde, cette Reflexion & Refraction alternatives ne dépendroient plus de la premiere Surface. Et cette action ou disposition est communiquée de telle maniere qu'elle a constamment ses intermissions & ses retours, à intervalles égaux; parce que dans son progrès elle dispose le Rayon, à une certaine distance de la premiere Surface, à être reflechi par la seconde Surface; & qu'à une autre distance, elle le dispose à être transmis par cette même Surface: & cela à intervalles égaux durant un nombre innombrable de vicissitudes. Et parce que le Rayon est disposé à être reflechi aux distances 1, 3, 5, 7, 9, &c. & à être transmis aux distances 0, 2, 4, 6, 8, 10, &c. (car sa transmission à travers la premiere Surface, est à la distance 0; & il est transmis à travers

les deux Surfaces tout à la fois, si leur distance est infiniment petite, ou beaucoup plus petite que 1) la disposition à être transmis aux distances 2, 4, 6, 8, 10, &c. doit être considérée comme un retour de la même disposition que le Rayon avoit à la distance 0, c'est-à-dire, lorsqu'il passoit à travers la premiere Surface refringente. Et de tout ceci il résulte ce que j'avois dessein de prouver.

De sçavoir ce que c'est que cette action ou disposition; si elle consiste en un mouvement de circulation ou de vibration dans le Rayon, ou dans le Milieu, ou en quelqu'autre chose, c'est ce que je n'examine point ici. Ceux qui n'aiment point à admettre aucune nouvelle découverte, à moins qu'ils ne puissent l'expliquer par une hypothese, peuvent supposer pour le présent, que comme les Pierres jettées dans l'Eau, y excitent des ondulations, & que la percussion des Corps cause des vibrations dans l'Air, de même les Rayons de Lumiere venant à tomber sur une Surface quelconque refringente ou reflechissante, produisent des vibrations dans le Milieu ou dans le Corps refringent ou reflechissant; & qu'en produisant ces vibrations, ils agitent les parties solides du Corps refringent ou reflechissant; qu'en les agitant, ils échauffent ce Corps; que les vibrations ainsi excitées sont communiquées au Milieu refringent ou reflechissant, à peu près de

même maniere que les vibrations sont communiquées à l'Air pour produire le Son ; qu'elles ont un mouvement plus rapide que celui des Rayons , de sorte qu'elles les atteignent ; que lorsqu'un Rayon se rencontre dans cette partie de la vibration qui concourt avec son propre mouvement , ce Rayon passe aisément au travers d'une Surface refringente ; mais que lorsqu'il se rencontre dans la partie opposée de la vibration qui fait obstacle à son mouvement , il est aisément reflechi ; & qu'ainsi chaque Rayon est successivement disposé à être aisément reflechi , ou aisément transmis par chaque vibration qui l'atteint. Mais je n'examine point en cet endroit , si cette hypothese est vraie ou fausse. Je me contente d'avoir trouvé , que par certaine cause , quelle qu'elle soit , les Rayons de Lumiere sont disposés à être reflechis ou rompus , durant plusieurs vicissitudes.

## DEFINITION.

*LES retours de la disposition d'un Rayon quelconque à être reflechi , c'est ce que j'appellerai ses Accès de facile Reflexion , comme j'appellerai les retours de sa disposition à être transmis , ses Accès de facile Transmission ; & l'Espace qui se trouve entre chaque retour , & le retour suivant , je le nommerai l'Intervalle de ses Accès.*

## TREIZIEME PROPOSITION.

*La raison pourquoi les Surfaces de tous les Corps transparents épais reflechissent une partie de la Lumière qui tombe sur ces Corps, & rompent le reste : c'est que quelques Rayons dans le temps de leur Incidence, se trouvent dans des accès de facile Reflexion, & d'autres dans des accès de facile Transmission.*

C'EST ce qu'on peut inferer de la vingt-quatrième *Observation*, où la Lumière réfléchie par des Lames minces d'Air & de Verre, laquelle à la simple vûë avoit paru également blanche sur toute la Lame; parut, étant regardée au travers d'un Prisme, mêlée de plusieurs successions de Lumière & d'obscurité en forme d'ondes, lesquelles successions étoient produites par des *accès alternatifs de facile Reflexion & de facile Transmission*, le Prisme séparant & distinguant les ondes dont la Lumière Blanche réfléchie étoit composée, comme cela a été expliqué ci-dessus.

Il s'enfuit de là, que la Lumière a ses *accès de facile Reflexion, & de facile Transmission*, avant que de tomber sur les Corps transparents. Et il y a apparence que ces sortes d'accès lui viennent dès qu'elle commence à émaner des Corps lumineux, & qu'elle les retient durant tout son

progrès. Car ces accès sont durables de leur nature, comme il paroîtra par la QUATRIÈME PARTIE DE CE SECOND LIVRE.

Dans cette Proposition, je suppose que les Corps transparents sont épais; parce que si l'épaisseur du Corps est beaucoup moindre que l'intervalle des accès de facile Reflexion, & de facile Transmission, auxquels les Rayons sont sujets, le Corps perd son Pouvoir réfléchissant. Car si les Rayons, qui à leur entrée dans le Corps se trouvent dans des accès de facile Transmission, parviennent à la dernière Surface du Corps avant que l'impression de ces accès soit terminée, il faut nécessairement qu'ils soient transmis. Et c'est là la raison pourquoi les Bulles d'eau perdent leur pouvoir réfléchissant lorsqu'elles deviennent fort minces: & pourquoi tous les Corps opaques sont transparents lorsqu'ils sont divisés en de très-petites parties.



## QUATORZIE'ME PROPOSITION.

*Les Surfaces des Corps transparents qui rompent le Rayon le plus fortement lorsqu'il se trouve dans un accès de Refraction, le reflechissent le plus facilement lorsqu'il est dans un accès de Reflexion.*

CAR nous avons montré ci-dessus dans la PROPOSITION HUITIE'ME, que la cause de la Reflexion ne doit point être attribuée au choq de la Lumière sur les parties solides & impénétrables des Corps ; mais à quelqu'autre Puissance, par laquelle ces parties solides agissent \* en éloignement sur la Lumière. Nous avons fait voir aussi dans la PROPOSITION NEUVIE'ME, que les Corps reflechissent & rompent la Lumière par une seule & même Puissance, diversement mise en œuvre en différentes circonstances ; & dans la PREMIERE PROPOSITION, que les Surfaces qui causent les plus fortes Refractions, reflechissent le plus de Lumière : toutes choses qui comparées ensemble prouvent & confirment cette QUATORZIE'ME PROPOSITION, & la précédente.

\* *Ad distans*, ou comme l'Auteur en sa Langue, *At à distance*.

## QUINZIÈME PROPOSITION.

*Dans une seule & même Espece quelconque de Rayons qui passent, selon un Angle quelconque, d'une Surface refringente quelconque dans un seul & même Milieu ; les intervalles des accès suivans de facile Reflexion & de facile Transmission, sont, ou exactement, ou à fort peu de chose près, comme le Rectangle de la Secante de l'Angle de Refraction, & de la Secante d'un autre Angle dont le Sinus est le premier de 106 Moyens proportionnels Arithmetiques, entre les Sinus d'Incidence & de Refraction, à les compter depuis le Sinus de Refraction.*

**C**E CI est manifeste par la septième Observation, & par la dix-neuvième.

## SEIZIÈME PROPOSITION.

*En différentes especes de Rayons qui passent, selon les mêmes Angles, d'une Surface refringente quelconque dans un même Milieu ; les intervalles des accès suivans de facile Reflexion & de facile Transmission, sont, ou exactement, ou à fort peu de chose près, comme les Racines cubiques des Quarrés des longueurs d'une Corde qui produisent ces Notes dans une Octave, sol, la, fa, sol, la, mi, fa, sol, avec tous*

336 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
*leurs degrés intermédiats répondants aux Couleurs*  
*de ces Rayons, selon l'Analogie décrite dans la sep-*  
*tième EXPERIENCE de la seconde PARTIE du pre-*  
*mier LIVRE.*

**C**ECI est évident par la treizième *Observa-*  
*tion*, & par la quatorzième.

---

### DIX-SEPTIÈME PROPOSITION.

*Si les Rayons de quelque espece que ce soit, passent per-*  
*pendiculairement dans differents Milieux, les In-*  
*tervalles des accès de facile Reflexion & de facile*  
*Transmission dans un Milieu quelconque, sont à ces*  
*Intervalles dans tout autre Milieu, comme le Si-*  
*nus d'Incidence au Sinus de Refraction, lorsque les*  
*Rayons passent du premier de ces deux Milieux dans*  
*le second.*

**C**ECI est évident par la dixième *Obser-*  
*vation.*

---

### DIX-HUITIÈME PROPOSITION.

*Si les Rayons qui peignent la Couleur dans les confins*  
*du Jaune & de l'Orangé, passent perpendiculaire-*  
*ment d'un Milieu quelconque dans l'Air; les inter-*  
*valles de leurs accès de facile Reflexion sont la*  
 $\frac{1}{59000}$   
*partie*

Ceci est évident par la sixième *Observation*.

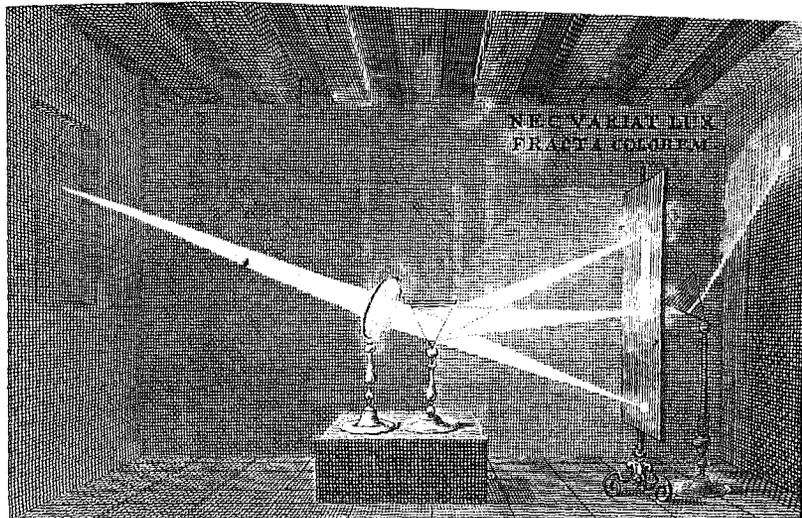
De ces Propositions il est aisé de déduire les Intervalles des accès de facile Reflexion & de facile Transmission d'une espece quelconque de Rayons, lorsqu'ils sont rompus d'un Milieu dans un autre, selon un Angle quelconque; & de connoître par là si à leur premiere Incidence sur tout autre Milieu transparent, ils seront reflechis ou transmis. Comme c'est un point qui contribuera beaucoup à faire entendre la Partie suivante de ce second LIVRE, il étoit à propos de le remarquer en cet endroit. Et c'est pour la même raison que j'ajoute ici les deux Propositions suivantes.



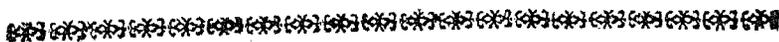
## DIX-NEUVIEME PROPOSITION.

*Si des Rayons de quelque espece qu'ils soient, tombant sur une Surface polie d'un Milieu transparent quelconque, viennent à être reflechis; les accès de facile Reflexion qu'ils ont dans le point de Reflexion, continueront toujours de revenir; & leurs retours seront éloignés du point de Reflexion suivant la progression arithmetique des nombres 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c. & dans les intervalles de ces accès, les Rayons seront dans les accès de facile Transmission.*

**C**AR, puisque les accès de facile Reflexion & de facile Transmission, sont de nature à revenir; il n'y a point de raison pourquoi ces Accès, qui avoient continué jusqu'à ce que le Rayon fût parvenu au Milieu reflechissant, où ils avoient disposé le Rayon à se reflechir, dussent finir là. Que si dans le point de Reflexion le Rayon se trouvoit dans un accès de facile Reflexion, la progression des distances entre ces Accès, à les prendre de ce Point-là, doit commencer par 0, & ainsi se former des Nombres 0, 2, 4, 6, 8, &c. Et par conséquent la progression des distances des Accès intermedits de facile Transmission, à les compter du même Point, doit être suivant la progression des Nombres impairs, 1, 3, 5, 7,



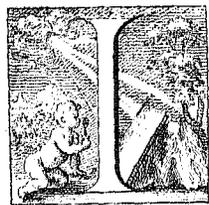
TRAITÉ  
**D'OPTIQUE,**  
 SUR  
 LA LUMIÈRE  
 ET LES COULEURS.



LIVRE SECOND.

QUATRIÈME PARTIE.

*Observations concernant les Reflexions & les Couleurs  
 des Plaques polies, épaisses & transparentes.*



L n'y a point de Verre ou de Mi-  
 roir, quelque poli qu'il soit, qui,  
 outre la Lumière qu'il rompt, ou  
 réfléchit régulièrement, n'épar-  
 pille irrégulièrement de tous cô-

tés une certaine Lumiere foible par le moyen de laquelle sa Surface polie peut être vûë aisément dans toutes les positions de l'Oeil, lorsqu'elle est illuminée dans une Chambre obscure par un Trait de Lumiere Solaire. Cette Lumiere dispersée produit certains Phenomenes, qui, lorsque je les observai pour la premiere fois, me parurent fort étranges & fort surprénants: les voici maintenant tels que je les ai observés.

PREMIERE OBSERVATION. Un Trait de Lumiere Solaire entrant dans ma Chambre obscure au travers d'un Trou d'un tiers de pouce de largeur, je le fis tomber perpendiculairement sur un Miroir de Verre concave d'un côté, & convexe de l'autre, travaillé sur une Sphere de cinq pieds & onze pouces de rayon, & enduit de vis-argent du côté convexe. Et tenant un Carton blanc opaque, ou une Main de papier au centre des Spheres sur lesquelles ce Miroir avoit été travaillé, c'est-à-dire, à environ cinq pieds & onze pouces de distance du Miroir; de telle sorte que le Trait de Lumiere pût passer au Miroir à travers un petit Trou fait dans le milieu du Carton, & de là être réfléchi vers le même Trou; j'observai sur le Carton quatre ou cinq Iris, ou Anneaux colorés concentriques, pareils à des Arcs-en-Ciel. Ces Anneaux environnoient le Trou, à peu près de la même maniere que les Anneaux qui paroissent entre deux Verres Objectifs dans la qua-

9, &c. contre ce qui arrive lorsque les accès sont continués depuis les Points de Refraction.

---

## VINGTIÈME PROPOSITION.

*Les Intervalles des accès de facile Reflexion & de facile Transmission, continués depuis les Points de Reflexion dans un Milieu quelconque, sont égaux aux Intervalles de pareils accès que les mêmes Rayons auroient, s'ils passoient par Refraction dans le même Milieu, selon des Angles de Refraction égaux à leurs Angles de Reflexion.*

**C**AR lorsque la Lumière a été réfléchie par la Seconde Surface des Plaques minces, elle sort librement par la première Surface pour former les Anneaux colorés qui paroissent par Reflexion; & en sortant ainsi librement, elle rend les Couleurs de ces Anneaux plus vives & plus fortes que celles qui paroissent de l'autre côté des Plaques par le moyen de la Lumière transmise. Les Rayons réfléchis se trouvent donc, à leur sortie, dans des accès de facile Transmission; ce qui n'arriveroit pas toujours si les Intervalles des accès au dedans de la Plaque après la Reflexion, n'étoient pas égaux, en longueur, & en nombre, à leurs intervalles avant la Reflexion. Ceci confirme en même-temps les proportions marquées dans la Propo-

340 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
sition précédente. Car si les Rayons , à leur  
entrée dans la première Surface , & à leur sor-  
tie , se trouvent dans des accès de facile Trans-  
mission ; & que les Intervalles & les nombres  
de ces Accès entre la première & la seconde  
Surface , avant & après la Reflexion , soient  
égaux : les distances , où des accès de facile  
Transmission sont, à les compter de l'une ou de  
l'autre Surface , doivent être en même progres-  
sion après , qu'avant la Reflexion ; c'est-à-dire ,  
depuis la première Surface qui a transmis les  
Rayons , suivant la progression des Nombres  
pairs 0 , 2 , 4 , 6 , 8 , &c. & depuis la seconde  
Surface , suivant la progression des Nombres  
impairs 1 , 3 , 5 , 7 , &c. Mais les Observations  
qu'on va voir dans la Quatrième Partie de ce  
Livre , rendront ces deux Propositions beaucoup  
plus évidentes.

*Fin de la troisième Partie du second Livre.*

trième *Observation*, & les suivantes de la PREMIERE PARTIE de ce second LIVRE, environnoient une Tache Noire ; excepté que les Anneaux dont il s'agit ici, étoient plus amples, & d'une Couleur plus foible que ceux-là. Et à mesure que ces Anneaux devenoient plus amples, leur Couleur s'affoiblissoit davantage ; de sorte que le cinquième étoit à peine visible. Cependant, lorsque le Soleil étoit fort brillant, on découvroit quelquefois de foibles linéaments d'un sixième & d'un septième Anneau. Si le Carton étoit à une beaucoup plus grande, ou à une beaucoup plus petite distance du Miroir, que de six pieds, la Couleur des Anneaux s'affoiblissoit à tel point, que bien-tôt ils disparoissent entièrement. Mais si le Miroir étoit à une beaucoup plus grande distance de la Fenêtre que de six pieds, le Trait de Lumiere reflechi s'élargissoit si fort à six pieds de distance du Miroir où paroissent les Anneaux, qu'il obscurcissoit un ou deux des Anneaux interieurs. C'est pourquoi je mettois ordinairement le Miroir à environ six pieds de la Fenêtre, afin que le Foyer du Miroir pût concourir là avec le centre de sa concavité, dans l'endroit du Carton où les Anneaux étoient peints. Et cette position du Miroir doit être toujours supposée dans les *Observations* suivantes par tout où quelque autre ne sera pas expressément désignée.

II. OBSERVATION. Les Couleurs de ces Iris

se succedoient l'une a l'autre depuis le centre en dehors, dans la même forme & dans le même ordre que celles qui étoient produites dans la neuvième *Observation* de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE, non par une Lumiere réfléchie, mais par une Lumiere qui passoit à travers deux Verres Objectifs. Car il y avoit premièrement dans le commun centre de ces Iris, une Tache blanche & ronde d'une foible Lumiere, laquelle Tache étoit quelquefois plus ample que le Trait de Lumiere réfléchi, qui tomboit quelquefois sur le milieu de la Tache, & qui quelquefois, par une petite inclinaison du Miroir, s'écartoit du milieu de cette Tache qu'il laissoit blanche jusque dans son Centre.

Cette Tache blanche étoit immédiatement entourée d'un Gris obscur, ou Brun, qui à son tour étoit environné des Couleurs de la première Iris; lesquelles Couleurs en dedans immédiatement après le Gris obscur, étoient un peu de Violet & d'Indigo; & après cela, un Bleu qui en dehors devenoit pâle; ensuite un peu de Jaune verdâtre; auquel succédoit un Jaune plus éclatant; & enfin sur le bord extérieur de l'Iris, un Rouge, qui en dehors tiroit sur le Pourpre.

Cette première Iris étoit immédiatement environnée d'une seconde, dont les Couleurs étoient dans cet ordre, à les prendre du dedans au dehors, du Pourpre, du Bleu, du Verd, du  
Jaune,

Jaune, un Rouge clair, & un Rouge mêlé de Pourpre.

A cette Iris succedoient immédiatement les Couleurs d'une troisième Iris, qui étoient, à compter du dedans au dehors, un Vert tirant sur le Pourpre, un bon Vert, & un Rouge plus éclatant que celui de la seconde Iris.

La quatrième & la cinquième Iris paroissoient d'un Vert bleüâtre en dedans, & de Couleur Rouge en dehors; mais les Couleurs en étoient si foibles, qu'il étoit difficile de les discerner.

III. OBSERVATION. Ayant mesuré sur le Carton les diametres de ces Anneaux aussi exactement qu'il me fut possible, je trouvai aussi qu'ils avoient entr'eux la même proportion que les Anneaux tracés par la Lumiere qui passe à travers deux Verres Objectifs. Car les Diametres des quatre premiers Anneaux brillants, mesurés entre les parties les plus éclatantes de leurs Orbites, à six pieds de distance du Miroir, & estimés en pouces, étoient  $1\frac{11}{16}$ ,  $2\frac{1}{8}$ ,  $2\frac{11}{16}$ ,  $3\frac{1}{8}$ , dont les Quarrés sont selon la progression arithmétique des Nombres 1, 2, 3, 4. Si la Tache Blanche circulaire, qui est au milieu, est mise au nombre des Anneaux, & que sa Lumiere dans le centre où elle paroît avoir le plus d'éclat, soit considérée comme équivalente à un Anneau infiniment petit; les Quarrés des Diametres des Anneaux seront suivant la progression 0, 1, 2, 3, 4, &c. Je mesurai aussi

les Diametres des Cercles obscurs qui étoient entre ces Cercles lumineux ; & je trouvai leurs Quarrés selon la progression des Nombres  $\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$ ,  $2\frac{1}{2}$ ,  $3\frac{1}{2}$ , &c. les Diametres des quatre premiers à six pieds de distance du Miroir, estimés en pouces, étant  $1\frac{1}{16}$ ,  $2\frac{1}{16}$ ,  $2\frac{2}{3}$ ,  $3\frac{1}{10}$ . Et si le Carton étoit plus ou moins éloigné du Miroir, les Diametres des Cercles augmentoient ou diminuoient à proportion.

IV. OBSERVATION. L'analogie que je trouvai entre ces Anneaux & ceux qui ont été décrits dans les Observations de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE, me fit soupçonner qu'il y avoit beaucoup plus d'Anneaux qui se répandoient les uns dans les autres, & par là méloient leurs Couleurs ensemble à tel point que, l'une affoiblissant l'autre, l'on ne pouvoit pas les voir à part. Je les regardai donc au travers d'un Prisme comme j'avois regardé ceux dont il est parlé dans la vingt-quatrième *Observation* de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE : & lorsque le Prisme étoit placé de telle maniere, qu'en rompant la Lumiere de leurs Couleurs entre-mêlées, il séparoit ces Couleurs, & distinguoit les Anneaux les uns des autres, comme il avoit fait dans cette vingt-quatrième *Observation* ; je pouvois les voir plus distinctement qu'auparavant, & en compter jusqu'à huit ou neuf, & quelquefois jusqu'à douze ou treize. Si la Lumiere n'en eût pas été extrêmement

foible , je ne doute point que je n'eusse pû en discerner beaucoup davantage.

V. OBSERVATION. Ayant mis un Prisme au devant de la Fenêtre pour rompre le Trait de Lumiere introduit dans une Chambre obscure , & pour faire tomber l'Image oblongue des Couleurs sur le Miroir ; je couvris le Miroir d'un Papier noir qui avoit un Trou au milieu , au travers duquel une des Couleurs pouvoit aller donner sur le Miroir , tandis que toutes les autres étoient interceptées par le Papier : cela fait , les Anneaux que je vis , n'avoient d'autre Couleur que celle qui tomboit sur le Miroir. Si le Miroir étoit illuminé de Rouge , les Anneaux étoient entièrement rouges , avec des Intervalles obscurs ; s'il étoit illuminé de Bleu , les Anneaux étoient entièrement bleus ; & ainsi des autres Couleurs. Lorsque ces Anneaux étoient ainsi d'une seule Couleur , les Quarrés de leurs Diametres mesurés entre les parties les plus lumineuses de leurs Orbites , étoient suivant la proportion arithmetique des Nombres 0 , 1 , 2 , 3 , 4 : & les Quarrés des Diametres de leurs Intervalles obscurs , étoient suivant la progression des Nombres intermedits  $\frac{1}{2}$  ,  $1\frac{1}{2}$  ,  $2\frac{1}{2}$  ,  $3\frac{1}{2}$ . Mais si la Couleur changeoit , la grandeur des Anneaux changeoit aussi. C'est dans le Rouge que les Anneaux étoient les plus amples ; & dans l'Indigo & le Violet qu'ils étoient les plus petits. Dans les Couleurs intermediates, le Jaune,

le Vert, & le Bleu, les Anneaux étoient de différentes grandeurs intermedietes correspondantes à chacune de ces Couleurs, c'est-à-dire, qu'ils étoient plus grands dans le Jaune que dans le Vert, & plus grands dans le Vert que dans le Bleu. Je connus par là que, lorsque le Miroir étoit illuminé d'une Lumiere blanche, le Rouge & le Jaune dans la partie extérieure des Anneaux étoient produits par les Rayons les moins refrangibles, & le Bleu & le Violet par les Rayons les plus refrangibles; que les Couleurs de chaque Anneau se répandoient parmi les Couleurs des Anneaux qui les avoisoient des deux côtés, de la maniere que cela a été expliqué dans la PREMIERE & la SECONDE PARTIE de ce LIVRE; & qu'en se mêlant ensemble, elles s'affoiblissoient si fort l'une l'autre, qu'il n'étoit pas possible de les distinguer, hormis près du centre où elles étoient moins mêlées. Car dans cette Observation je pouvois voir les Anneaux plus distinctement & en plus grand nombre qu'auparavant, en ayant compté dans la Lumiere Jaune huit ou neuf, outre une trace légère d'un dixième. Pour m'assurer jusqu'à quel point les Couleurs des différents Anneaux se répandoient l'une dans l'autre, je mesurai les Diametres du second, & du troisième Anneau; & je trouvai que lorsque ces Anneaux étoient produits par les Confins du Rouge & de l'Orangé, leurs Diametres étoient aux Diame-

tres des mêmes Anneaux produits par les Confins du Rouge & de l'Indigo , comme 9 à 8, ou environ : car il étoit difficile de déterminer exactement cette proportion. De même les Cercles produits successivement par le Rouge, le Jaune, & le Vert, différoient davantage l'un de l'autre , que ceux qui étoient produits successivement par le Vert , le Bleu , & l'Indigo : car à l'égard du Cercle produit par le Violet, il étoit trop obscur pour être vû. Supposons donc, pour poursuivre ce calcul, que les différences des Diametres des Cercles que forment par ordre, le Rouge le plus extérieur, les Confins du Rouge & de l'Orangé, les Confins de l'Orangé & du Jaune, les Confins du Jaune & du Vert, les Confins du Vert & du Bleu, les Confins du Bleu & de l'Indigo, les Confins de l'Indigo & du Violet, & le Violet le plus extérieur; sont dans la même proportion que les différences des longueurs d'un Monocorde, qui forment ces Tons dans une Octave, *sol, la, fa, sol, la, mi, fa, sol*, c'est-à-dire, comme les Nombres  $\frac{1}{9}, \frac{1}{18}, \frac{1}{12}, \frac{1}{12}, \frac{1}{17}, \frac{1}{17}, \frac{1}{18}$ . Et si le Diametre du Cercle formé par les Confins du Bleu & de l'Orangé est 9 *A*, & que celui du Cercle formé par les Confins du Bleu & de l'Indigo, soit 8 *A* comme ci-dessus ; leur différence 9 *A* -- 8 *A* fera à la différence des Diametres des Cercles formés par le Rouge le plus extérieur, & par les Confins du Rouge & de l'Orangé, comme  $\frac{1}{18} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} +$

$\frac{2}{27}$  à  $\frac{1}{9}$ , c'est-à-dire, comme  $\frac{8}{27}$  à  $\frac{1}{9}$ , ou comme 8 à 3; & à la différence des Diamètres des Cercles formés par le Violet le plus extérieur, & par les Confins du Bleu & de l'Indigo, comme  $\frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12}$  à  $\frac{1}{27} + \frac{1}{18}$ , c'est-à-dire, comme  $\frac{8}{27}$  à  $\frac{1}{54}$ , ou comme 16 à 5. Et par conséquent ces différences seront  $\frac{3}{8} A$ , &  $\frac{1}{16} A$ . Ajoutant la première de ces différences à  $9 A$ , & ôtant la dernière de  $8 A$ , vous aurez les Diamètres des Cercles formés par les Rayons les moins refrangibles, & par les plus refrangibles, sçavoir  $\frac{75}{8} A$  &  $\frac{61\frac{1}{2}}{8} A$ . Ces Diamètres sont donc entr'eux comme 75 à  $61\frac{1}{2}$ , ou comme 50 à 41; & leurs Quarrés comme 2500 à 1681, c'est-à-dire, à fort peu de chose près, comme 3 à 2: Proportion qui ne diffère pas beaucoup de la proportion des Diamètres des Cercles formés par le Rouge le plus extérieur, & par le Violet le plus extérieur dans la treizième *Observation* de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE.

VI. OBSERVATION. Ayant placé l'œil où ces Anneaux paroissent le plus distinctement sur le Carton, & ayant éloigné le Carton, je vis le Miroir tout couvert d'Ondes Rouges, Jaunes, Vertes & Bleuës, pareilles à celles qui dans les Observations de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE, paroissent entre les Verres Objectifs, & sur les Bulles-d'eau, mais beaucoup plus amples; & comme ces der-

nieres , elles étoient de différentes grandeurs, selon les différentes positions de l'Oeil, se dilatant & se resserrant selon que je mouvois mon Oeil deçà & delà. Elles étoient en forme d'Arcs de Cercles concentriques , tout de même que celles-là ; & lorsque je tenois l'Oeil dans la circonférence d'un Cercle qui avoit pour Diamètre le Rayon de la concavité , le centre commun de ces Ondes se trouvoit en ligne droite avec le centre de la concavité & le Trou de la Fenêtre ; & ces Ondes étoient d'autant plus distinctes , que mon Oeil étoit plus proche du centre de la concavité , comme lorsqu'il étoit placé à la distance d'environ 5 pieds 10 pouces du Miroir. Mais leur centre avoit d'autres positions , si mon Oeil étoit autrement placé. Ces Ondes paroissent par le moyen de la Lumière des Nuées , qui donnoit sur le Miroir à travers le Trou de la Fenêtre : & lorsque le Soleil éclairoit directement le Miroir au travers de ce Trou , sa Lumière y paroissoit de la Couleur de l'Anneau sur lequel elle tomboit ; mais par son éclat elle obscurcissoit les Anneaux formés par la Lumière des Nuées , excepté lorsque le Miroir étoit placé à une si grande distance de la Fenêtre , que la Lumière du Soleil paroissoit fort ample & fort foible sur le Miroir. En variant la position de mon Oeil, & en l'approchant ou l'éloignant du Trait direct de la Lumière Solaire , la Couleur de la Lumière réfléchie du

Soleil varioit constamment sur le Miroir tout de même que sur mon Oeil, la même Couleur que je voyois sur le Miroir, paroissant toujours sur mon Oeil à une Personne qui étoit auprès de moi. D'où j'appris que les Anneaux colorés que j'avois vû sur le Carton, étoient produits par ces Couleurs réfléchies sous divers Angles, du Miroir sur le Carton; & que leur production ne dépendoit nullement de la maniere dont la Lumière & l'Ombre étoient terminées.

VII. OBSERVATION. Par l'Analogie qui se trouve entre tous ces Phenomenes, & ceux qu'on observe dans de pareils Anneaux colorés, décrits dans la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE, il me parut que ces Couleurs étoient produites par cette Plaque de Verre épaisse, à peu près de la même maniere qu'elles l'étoient par des Plaques fort minces. Car je trouvai par experience, que si l'on ôtoit le Vif-argent de derriere le Miroir, le Verre produisoit tout seul les mêmes Anneaux colorés, mais beaucoup plus foibles qu'auparavant; d'où il s'ensuit que ce Phenomene ne dépend pas du Vif-argent, si ce n'est entant que le Vif-argent augmente la Lumière des Anneaux colorés, en augmentant la Reflexion du derriere du Verre. Je trouvai encore qu'un Miroir de métal sans Verre, fait depuis quelques années pour des Usages optiques, & fort bien travaillé, ne produisoit

duisoit aucun de ces Anneaux. D'où je compris que ces Anneaux ne provenoient point d'une seule Surface *speculaire*, mais qu'ils dépendoient des deux Surfaces de la Plaque de Verre dont le Miroir étoit composé, & de l'épaisseur du Verre entre ces deux Surfaces. Car comme dans la septième & la dix-neuvième Observation de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE, une lame mince d'Air, d'Eau, ou de Verre, d'une égale épaisseur, paroissoit d'une certaine Couleur lorsque les Rayons lui étoient perpendiculaires, d'une autre lorsqu'ils étoient un peu obliques, & d'une autre lorsqu'ils l'étoient encore davantage, & ainsi de suite; de même ici, dans la sixième *Observation* de cette QUATRIÈME PARTIE, la Lumière qui sortoit du Verre à différentes obliquités, faisoit paroître le Verre de différentes Couleurs; & étant continuée selon ces obliquités jusqu'au Carton, elle y peignoit des Anneaux de toutes ces Couleurs. Et comme la raison pourquoi une Plaque mince paroissoit de différentes Couleurs, à différentes obliquités des Rayons, c'étoit que les Rayons d'une seule & même espèce, sont réfléchis par la Plaque mince à une certaine obliquité, & transmis à une autre; & que les Rayons des autres espèces sont transmis où ceux-ci sont réfléchis; & réfléchis où ceux-ci sont transmis; de même la raison pourquoi la Plaque épaisse du Verre dont le Miroir

étoit composé, paroïssoit de différentes Couleurs, à différentes obliquités, & pourquoi à ces obliquités-là elle transmettoit ces Couleurs jusques sur le Carton; c'étoit que les Rayons d'une seule & même espece, sortoient du Verre à une certaine obliquité; & qu'à une autre ils n'en sortoient point, mais étoient reflechis en arriere vers le Vif-argent par la surface d'en deçà; qu'ainsi à mesure que l'obliquité devenoit plus grande, ils échappoient, & étoient reflechis alternativement à plusieurs reprises; & qu'à une seule & même obliquité les Rayons d'une espece étoient reflechis, & ceux d'une autre espece, étoient transmis. Cela paroît évidemment par la 5<sup>me</sup> *Observation* de cette QUATRIÈME PARTIE. Car dans cette *Observation* lorsque le Miroir étoit illuminé par quelque une des Couleurs *prismatiques*, cette Lumière produisoit sur le Carton plusieurs Anneaux d'une même Couleur avec des Intervalles obscurs; & par conséquent sur le point de sa sortie du Miroir, elle étoit transmise, & non-transmise alternativement, du Miroir sur le Carton, durant plusieurs successions, selon les différentes obliquités où elle se trouvoit sur le point de son émergence. Et lorsque la Couleur jettée du Prisme sur le Miroir, venoit à changer, les Anneaux prenoient d'abord la Couleur jettée sur le Miroir, & changeoient de grandeur en prenant une nouvelle Couleur; & par conséquent la Lumière étoit, dans ce dernier cas, alternativement transmise, & non transmise, du

Miroir sur le Carton, à des obliquités différentes de celles d'au paravant. Dès-là il me paroïsoit que ces Anneaux provenoient de la même origine que ceux des Plaques minces, avec cette différence pourtant, que les Anneaux des plaques minces sont produits par les Reflexions & les Transmissions alternatives des Rayons, causées par la seconde Surface de la Plaque après avoir passé au travers de la plaque une fois, au lieu qu'ici les Rayons passent deux fois à travers la Plaque avant que d'être réfléchis, & transmis alternativement, la traversant premièrement depuis la première surface jusqu'au Vif-argent, & revenant ensuite depuis le Vif-argent jusqu'à la première Surface, où ils sont transmis jusques sur le Carton, ou bien réfléchis en arrière vers le Vif-argent, selon qu'ils se trouvent dans des accès de facile Reflexion, ou de facile Transmission dans le temps qu'ils arrivent à cette première Surface. Car dans les Rayons qui tombent perpendiculairement sur le Miroir & sont réfléchis en arrière dans les mêmes lignes perpendiculaires, les intervalles de leurs accès, à cause de l'égalité de ces Angles, & de ces Lignes d'Incidence & de Reflexion, sont au dedans du Verre les mêmes en longueur & en nombre après qu'avant la Reflexion, par la PROPOSITION XIX<sup>me</sup> de la III<sup>me</sup> PARTIE de ce LIVRE. Puis donc que tous les Rayons qui entrent au travers de la première Surface, sont à leur entrée dans

leurs *accès de facile Transmission*, & que tous ceux qui sont réfléchis par la seconde Surface, sont là dans leurs *accès de facile Reflexion*; il faut que tous ceux-ci soient encore dans leurs *accès de facile Transmission* lorsqu'ils reviendront à la premiere Surface, & que par conséquent ils sortent-là du Verre pour aller donner sur le Carton, & y former une Tache Blanche de Lumiere dans le Centre des Anneaux. Car cette raison a également lieu dans toutes les especes de Rayons; & par conséquent il faut que les Rayons de toute espece aillent pêle-mêle vers cette Tache, & la fassent paroître blanche en se mêlant tous ensemble. Mais pour ce qui est des Rayons qui sont réfléchis plus obliquement qu'ils n'entrent, les intervalles de leurs accès doivent être plus grands après qu'avant la Reflexion; par la PROPOSITION quinzième & la vingtième. D'où il peut arriver que ces Rayons, lorsqu'ils seront revenus à la premiere Surface, se trouveront, à certaines obliquités, dans des *accès de facile Reflexion*, & retourneront par conséquent au Vif-argent: Mais qu'à d'autres obliquités intermediates, se retrouvant dans des *accès de facile Transmission*, ils iront de-là jusqu'au Carton, & y peindront des Anneaux colorés autour de la Tache Blanche. Et parce qu'à égales obliquités, les *Intervalles des accès* sont plus grands & en plus petit nombre dans les Rayons les moins refrangibles; & qu'ils sont

au contraire plus petits & en plus grand nombre dans les Rayons les plus refrangibles ; par cette raison les Rayons les moins refrangibles produiront , à égales obliquités , moins d'Anneaux que les Rayons les plus refrangibles ; & les Anneaux formés par ces Rayons-là , seront plus amples que les Anneaux formés en pareil nombre par ceux-ci : c'est-à-dire , que les Anneaux Rouges seront plus amples que les Jaunes , les Jaunes plus amples que les Verts , les Verts plus que les Bleus , & les Bleus plus que les Violetts , comme cela s'est trouvé effectivement dans la cinquième *Observation*. Donc le premier Anneau de toutes les Couleurs , qui entoure de plus près la Tache Blanche lumineuse , sera Rouge en dehors , Violet en dedans , & Jaune , Vert , & Bleu au milieu , comme dans la seconde *Observation* ; & ces mêmes Couleurs seront plus étenduës dans le second Anneau & les suivans , jusqu'à ce que se répandant l'une dans l'autre , elles viennent à se mêler , & à se confondre par ce mélange.

Voilà en général quelles sont , à mon avis , les raisons & les causes de ces Anneaux. Ce fut cette recherche qui me donna occasion de faire des observations sur les différentes épaisseurs du Verre , & d'examiner si par le calcul on en pouroit véritablement déduire les Dimensions & les Proportions des Anneaux.

VIII. OBSERVATION. Pour cet effet , je

458 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
mesurai l'épaisseur de la Plaque de Verre concave-convexe dont je viens de parler ; & je trouvai que par tout elle étoit précisément d'un quart de pouce. Or par la sixième *Observation* de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE, une Plaque mince d'Air transmet la Lumiere la plus brillante du premier Anneau, c'est-à-dire, le Jaune éclatant, lorsque son épaisseur est  $\frac{1}{89000}$ <sup>me</sup> partie d'un pouce ; & par la dixième *Observation* de cette même PREMIERE PARTIE, une Plaque mince de Verre transmet la même Lumiere du même Anneau, lorsque son épaisseur est moindre selon la proportion du Sinus de Refraction au Sinus d'Incidence, c'est-à-dire, lorsque son épaisseur est la  $\frac{11}{1513000}$ <sup>me</sup> ou  $\frac{1}{13545}$ <sup>me</sup> partie d'un pouce, supposé que ces Sinus soient comme 11 à 17. Et si cette épaisseur est double, elle transmet la même Lumiere brillante du second Anneau ; si elle est triple, elle transmet celle du troisième Anneau ; & ainsi de suite, dans tous ces cas la Lumiere d'un Jaune brillant étant dans ses accès de facile Transmission. Et par conséquent, si cette épaisseur est multipliée 34386 fois, de sorte qu'elle devienne  $\frac{1}{4}$  de pouce, elle transmettra la même Lumiere brillante du 34386<sup>me</sup> Anneau. Supposez maintenant que c'est là la Lumiere Jaune éclatante que nous avons dit être transmise perpendiculairement depuis le côté convexe réfléchissant du Verre, au travers du côté concave, jusqu'à la

Tache Blanche dans le centre des Anneaux colorés & peints sur le Carton : par une Regle contenuë dans la septième *Observation*, & la dix-neuvième de la PREMIERE PARTIE de ce SECOND LIVRE, & par la *Proposition* quinziesme & la vingtième de la TROISIE'ME PARTIE de ce même LIVRE, si l'on incline les Rayons au Verre, l'épaisseur du Verre requise pour transmettre ensuite la même Lumiere éclatante du même Anneau à une obliquité quelconque, sera à cette épaisseur d'un quart de pouce, comme est au Rayon la Secante d'un certain Angle dont le Sinus est le premier de 106 Moyens Arithmetiques entre les Sinus d'Incidence & de Refraction, à compter du Sinus d'Incidence lorsque la Refraction se fait de la Plaque de quelque Substance que ce soit, dans un Milieu quelconque qui l'environne, c'est-à-dire dans le cas présent, du Verre dans l'Air. Or si l'épaisseur du Verre est augmentée par degrés, de sorte que chaque épaisseur successive ait à la premiere épaisseur, qui étoit d'un quart de pouce, la même proportion que le nombre 34386 (qui est le nombre des accès des Rayons perpendiculaires en allant à travers le Verre, vers la Tache Blanche dans le centre des Anneaux) a aux nombres 34385, 34384, 34383, 34382, (qui sont les nombres des accès des Rayons obliques en allant à travers le Verre vers le premier Anneau coloré, vers le second,

le troisième, & le quatrième) & si la première épaisseur est divisée en 10000000 parties égales, les épaisseurs augmentées feront 100002908, 100005816, 100008725, & 100011633; & les Angles dont ces épaisseurs sont les Secantes, feront 26' 13", 37' 5", 45' 6", & 52' 26", le Rayon étant 100000000; desquels Angles les Sinus sont 762, 1079, 1321, & 1525; & les Sinus proportionnels de Refraction 1172, 1659, 2031, & 2345, le Rayon étant 100000. Car puisque les Sinus d'Incidence, à passer du Verre dans l'Air, sont aux Sinus de Refraction comme 11 à 17, & aux Secantes ci-dessus mentionnées comme 11 au premier de 106 Moyens arithmétiques entre 11 à 17, c'est-à-dire, comme 11 à  $11\frac{6}{106}$ ; ces Secantes feront aux Sinus de Refraction comme 11  $\frac{6}{106}$  à 17, & par cette analogie-là donneront ces Sinus. Si donc les inclinaisons des Rayons à la Surface concave du Verre sont telles que les Sinus de leur Refraction en passant du Verre dans l'Air au travers de cette Surface, soient 1172, 1659, 2031, 2345; la Lumière éclatante de l'Anneau 34386<sup>ms</sup> sortira du Verre à des épaisseurs qui seront à  $\frac{1}{4}$  de pouce, comme 34386 est à 34385, 34384, 34383, 34382, respectivement. Et par conséquent, si dans tous ces cas l'épaisseur du Verre est  $\frac{1}{4}$  de pouce (comme étoit celle du Verre dont notre Miroir étoit composé) la Lumière éclatante de l'Anneau 34386<sup>ms</sup> sortira dans l'endroit où le Si-

nus de Refraction est 1172 ; & celle des Anneaux 34384<sup>me</sup> , 34383<sup>me</sup> , & 34382<sup>me</sup> , sortira là où ce Sinus est 1659 , 2031 , & 2345 , respectivement. Du reste , la Lumiere de ces Anneaux sera continuée dans ces Refractions , du Miroir au Carton , où elle peindra des Anneaux autour de la Tache centrale , lumineuse , blanche , & ronde , qui étoit , comme nous l'avons déjà dit , la Lumiere de l'Anneau 34386<sup>me</sup>. Et les Demi-diametres de ces Anneaux seront les soutendantes des Angles de Refraction formés sur la Surface concave du Miroir ; & par conséquent leurs Diametres seront à la distance où le Carton est du Miroir , comme ces Sinus de Reflexion doublés sont au Rayon , c'est-à-dire , comme 1172 , 1659 , 2031 , & 2345 doublés , sont à 100000. C'est pourquoi si le Carton est à six pieds de distance de la Surface concave du Miroir , ( comme il l'étoit dans la troisième de ces Observations ) les Diametres des Anneaux de cette Lumiere Jaune éclatante , peints sur le Carton , seront 1'688 , 2'389 , 2'925 , 3'375 pouces : car les Diametres sont à six pieds , comme les Sinus mentionnés ci-dessus , doublés , sont au Rayon. Or ces Diametres des Anneaux d'un Jaune brillant , ainsi trouvés par le calcul , sont précisément les mêmes que ceux que nous avons trouvés en les mesurant dans la 3<sup>me</sup> de ces Observations , & qui estimés en pouces , étoient  $1\frac{11}{16}$  ,  $2\frac{1}{5}$  ,  $2\frac{11}{12}$  , &  $3\frac{1}{4}$ . Donc

la Theorie qui déduit ces Anneaux de l'épaisseur de la Plaque du Verre duquel le Miroir étoit composé, & de l'obliquité des Rayons émergents, s'accorde avec l'Observation. Dans ce calcul j'ai égalé les Diametres des Anneaux brillants formés par une Lumiere composée de toutes les Couleurs, aux Diametres des Anneaux formés par le Jaune brillant : car ce Jaune fait la partie la plus brillante des Anneaux composés de toutes les Couleurs. Si vous voulez avoir les Diametres des Anneaux formés par la Lumiere de toute autre Couleur simple, vous les trouverez aisément en posant que ces Diametres sont aux Diametres des Anneaux formés par le Jaune éclatant, en proportion soudoublée des Intervalles des accès des Rayons doués de ces Couleurs lorsque ces Rayons sont également inclinés à la Surface refringente ou réfléchissante qui a produit ces accès : c'est-à-dire, en posant que les Diametres des Anneaux que les Rayons forment dans les dernieres bornes de ces sept Couleurs, le Rouge, l'Orangé, le Jaune, le Vert, le Bleu, l'Indigo & le Violet, sont proportionnels aux Racines cubiques des Nombres  $1, \frac{8}{9}, \frac{1}{6}, \frac{3}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{2}{16}, \frac{1}{2}$ , qui expriment les longueurs d'un Monocorde par lesquelles sont produites les Notes d'une Octave. Car par ce moyen les Diametres des Anneaux de ces Couleurs se trouveront entr'eux, à fort peu près, dans la même proportion où ils doi-

vent être par la *cinquième Observation* de cette  
QUATRIÈME PARTIE.

C'est ainsi que je me suis convaincu moi-même, que ces Anneaux étoient de la même espèce, & procedoient de la même cause que les Anneaux des Plaques minces; & par conséquent que les dispositions alternatives des Rayons à être réfléchis & transmis, sont continuées de chaque Surface réfléchissante & réfringente, à de grandes distances. Cependant pour mettre ce Point hors de doute, j'ai ajouté l'Observation suivante.

IX. OBSERVATION. Si ces Anneaux dépendent (comme il a été remarqué) de l'épaisseur de la Plaque de Verre, leurs Diamètres, à égales distances de différents Miroirs composés de Plaques de Verre concave-convexe, travaillées sur une même Sphere, doivent être réciproquement en proportion soudoublée des épaisseurs de ces Plaques. Et si cette proportion se trouve véritable par expérience, il s'ensuivra démonstrativement de là, que ces Anneaux (tout comme ceux qui sont formés sur des Plaques minces) dépendent aussi de l'épaisseur du Verre. Je pris donc une autre Plaque de Verre, concave-convexe, travaillée des deux côtés sur la même Sphere que la Plaque précédente: son épaisseur étoit  $\frac{1}{2}$  parties d'un pouce; & les Diamètres des trois premiers Anneaux brillants, mesurés entre les parties les plus éclatantes de

leurs Orbes , à six pieds de distance du Verre, étoient en pouces,  $3$  ,  $4\frac{1}{6}$  ,  $5\frac{1}{8}$ . Or l'épaisseur de l'autre Verre étant  $\frac{1}{4}$  de pouce , étoit à l'épaisseur de ce Verre comme  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{1}{12}$ , c'est-à-dire, comme  $31$  à  $10$  , ou  $310000000$  à  $100000000$ ; dont les Racines sont  $17607$  , &  $10000$ . Et les Diamètres des Anneaux brillants , formés dans cette neuvième *Observation* par le Verre le plus mince, sçavoir  $3$  ,  $4\frac{1}{6}$  ,  $5\frac{1}{8}$ , sont aux Diamètres des mêmes Anneaux , formés dans \* la troisième *Observation* , par le Verre le plus épais,  $1\frac{11}{16}$ ,  $2\frac{1}{8}$ ,  $2\frac{11}{12}$ , en même proportion que la première de ces Racines est à la seconde : d'où il s'enfuit que les Diamètres des Anneaux sont réciproquement en proportion soudoublée des épaisseurs des Plaques de Verre. Puis donc que dans des Plaques de Verre qui sont également concaves d'un côté , & également convexes de l'autre , & dont les côtés convexes sont également enduits de Vif-argent , de sorte qu'elles ne different que par leur épaisseur ; les Diamètres des Anneaux sont réciproquement en proportion soudoublée des épaisseurs des Plaques. Cela fait assez voir que les Anneaux dépendent des deux Surfaces du Verre. Ils dépendent de la Surface convexe ; parce qu'ils sont plus lumineux lorsque cette Surface est enduite de Vif-argent , que lorsqu'elle ne l'est pas. Ils dépendent aussi de la Surface concave ; parce que sans cette Surface , le Miroir ne produit aucun

\* Page

445.

Anneau. Enfin ils dépendent des deux Surfaces, & de la distance qu'il y a entre ces Surfaces ; parce que la grandeur des Anneaux varie par le seul changement de cette distance. Et à cet égard la dépendance des Anneaux est de la même espece que celle à laquelle sont assujeties les Couleurs des Plaques minces par rapport à la distance des Surfaces de ces Plaques ; la grandeur des Anneaux, & leur proportion mutuelle, le changement de leur grandeur causé par la variation de l'épaisseur du Verre, l'ordre de leurs Couleurs, tout cela, étant tel qu'il doit résulter des Propositions qu'on trouve à la fin de la TROISIÈME PARTIE de ce SECOND LIVRE, lesquelles Propositions sont fondées sur les Phenomenes des Couleurs des Plaques minces, décrits dans la PREMIERE PARTIE du même LIVRE.

Il y a encore d'autres Phenomenes de ces Anneaux colorés, lesquels sont tout autant de suites des mêmes Propositions ; & qui par conséquent confirment la verité de ces Propositions, & l'Analogie qui se trouve entre ces Anneaux, & les Anneaux colorés formés par des Plaques très-minces. Je mettrai ici quelques-uns de ces Phenomenes.

X. OBSERVATION. Lorsque du Miroir on faisoit reflechir le Trait de Lumiere Solaire, non directement vers le Trou fait au Volet de la Fenêtre, mais sur un endroit qui en fût un peu

466 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
éloigné; le Centre commun de la Tache Blanche ci-dessus mentionnée, & de tous les Anneaux colorés, tomboit à mi-chemin entre le Trait de la Lumiere Incidente, & le Trait de la Lumiere Reflexie; & par conséquent dans le centre de la concavité spherique du Miroir, toutes les fois que le Carton sur lequel tomboient les Anneaux colorés, étoit placé dans ce Centre-là. Et comme par l'inclinaison du Miroir, le Trait de la Lumiere reflexie s'éloignoit de plus en plus du Trait de la Lumiere Incidente & du Centre commun des Anneaux colorés qui étoit entre-deux; ces Anneaux alloient toujours en augmentant, aussi-bien que la Tache Blanche orbiculaire: de leur commun centre il en sortoit successivement des nouveaux Anneaux colorés; & la Tache Blanche devenoit un Anneau blanc qui entouroit ces nouveaux Anneaux; & les Traits de Lumiere Incidents & Reflexis tombant toujours sur les parties opposées de cet Anneau Blanc, illuminoient sa circonference comme deux Parhelies qu'on voit quelquefois dans les parties opposées d'une Iris. Ainsi donc le Diametre de cet Anneau, mesuré depuis le milieu de sa Lumiere d'un côté jusqu'au milieu de sa Lumiere de l'autre côté, étoit toujours égal à la distance qui se trouvoit entre le milieu du Trait Incident & le milieu du Trait Reflexi, mesurée sur le Carton où paroissoient les Anneaux. Du reste, les Rayons

qui formoient cet Anneau , étoient réfléchis par le Miroir à des Angles égaux à leurs Angles d'Incidence , & par conséquent à des Angles de Refraction en entrant dans le Verre : mais leurs Angles de Reflexion n'étoient pourtant pas dans les mêmes Plans que leurs Angles d'Incidence.

XI. OBSERVATION. Les Couleurs de ces nouveaux Anneaux étoient dans un ordre opposé à celui dans lequel paroissoient les Couleurs des Anneaux précédents ; & voici comment elles se formoient. La Tache de Lumiere, blanche & ronde , qui paroissoit au milieu des Anneaux , resta blanche jusqu'au Centre , jusqu'à ce que la distance entre les Traits Incidents & les Traits Réfléchis sur le Carton , fût d'environ  $\frac{7}{8}$  d'un pouce ; après quoi le milieu de la Tache commença à s'obscurcir. Et lorsque cette distance fut d'environ 1 pouce &  $\frac{1}{16}$  , cette Tache blanche se changea en un Anneau qui entouroit une Tache obscure & ronde , dont le milieu tiroit sur le Violet & l'Indigo. Les Anneaux lumineux qui environnoient cette nouvelle Tache , avoient déjà égalé les Anneaux obscurs dont ils étoient immédiatement environnés dans les quatre premières Observations : c'est-à-dire que la Tache blanche étoit changée en un Anneau blanc , égal au premier de ces Anneaux obscurs ; & que le premier de ces Anneaux lumineux étoit devenu égal au se-

cond des Anneaux obscurs , & le second des lumineux au troisiéme des obscurs ; & ainsi de suite. Car alors les Diametres des Anneaux lumineux estimés en pouces , étoient  $1\frac{3}{16}$  ,  $2\frac{1}{16}$  ,  $2\frac{2}{3}$  ,  $2\frac{3}{25}$  , &c.

Lorsque la distance entre les Traits de Lumiere Incidents & Reflechis augmentoit un peu davantage , il sortoit du milieu de la Tache obscure , après l'Indigo , du Bleu ; & ensuite de ce Bleu , un Vert pâle ; & bien-tôt après , du Jaune & du Rouge. Et lorsqu'au Centre la Couleur étoit la plus éclatante , c'est-à-dire entre Jaune & Rouge , les Anneaux brillants étoient alors parvenus à être égaux aux Anneaux lucides , qui dans les quatre premières Observations les entouroient immédiatement : c'est-à-dire que la Tache blanche au milieu de ces Anneaux se trouvoit présentement changée en un Anneau blanc , égal au premier des autres Anneaux lucides ; & que le premier de ces Anneaux brillants étoit alors devenu égal au second des autres Anneaux ; & ainsi de suite. Car les Diametres de l'Anneau blanc , & des autres Anneaux brillants qui l'environnoient , estimés en pouces , étoient ici  $1\frac{11}{16}$  ,  $2\frac{1}{8}$  ,  $2\frac{11}{12}$  ,  $3\frac{3}{8}$  , &c. ou environ.

Lorsque la distance des deux Traits de Lumiere sur le Carton étoit un peu plus augmentée , il sortoit du Centre par ordre , après le Rouge , du Pourpre , du Bleu , du Vert , du

Jaune

Jaune & un Rouge tirant beaucoup sur le Pourpre; & lorsque la Couleur étoit la plus éclatante, entre Jaune & Rouge, en ce cas-là les Couleurs précédentes, l'Indigo, le Bleu, le Vert, le Jaune & le Rouge formoient une Iris ou Anneau coloré, égal au premier de ces Anneaux lucides qui paroissoient dans les quatre premières Observations; & l'Anneau blanc qui se trouvoit ici le second des Anneaux brillants, étoit égal au second de ces Anneaux lucides; & le premier des Anneaux brillants qui étoit ici le troisième, se trouvoit égal au troisième de ceux-là; & ainsi de suite. Car leurs Diametres étoient 1 pouce  $\frac{11}{16}$ ,  $2\frac{1}{8}$ ,  $2\frac{11}{12}$ ,  $3\frac{3}{8}$ , la distance des deux Traits de Lumière, & le Diametre de l'Anneau blanc étant 2 pouces &  $\frac{3}{8}$  de pouce.

Lorsque ces deux Traits furent plus éloignés l'un de l'autre, il sortit du milieu du Rouge tirant sur le Pourpre, premièrement une Tache ronde plus obscure, du milieu de laquelle il en sortit ensuite une autre plus brillante. Et alors les Couleurs précédentes, sçavoir le Pourpre, le Bleu, le Vert, le Jaune, & le Rouge tirant sur le Pourpre, formoient un Anneau égal au premier des Anneaux lucides dont il est parlé dans les 4 premières Observations; & les Anneaux qui entouroient celui-ci, étoient devenus égaux aux Anneaux qui entouroient ce premier-là, respectivement; ici la distance des

deux Traits de Lumiere , & le Diametre de l'Anneau blanc qui se trouvoit alors le troisiéme Anneau , étoient d'environ 3 pouces.

Après cela , les Couleurs des Anneaux du milieu commencerent à s'affoiblir extrêmement ; & si l'on augmentoit d'un demi-pouce ou d'un pouce la distance entre les deux Traits de Lumiere , ces Couleurs dispa-roissoient entièrement , tandis que l'Anneau blanc , avec un ou deux des Anneaux qui étoient immédiatement à ses côtés , continuoient d'être visibles. Mais si la distance des deux Traits de Lumiere étoit augmentée davantage , ceux-ci dispa-roissoient aussi. Car la Lumiere qui des différentes parties du Trou de la Fenêtre tomboit sur le Miroir à différents Angles d'Incidence , vint alors à former des Anneaux de différentes grandeurs qui s'affoiblissoient & s'effaçoient l'un l'autre , comme je le reconnus en interceptant quelque partie de cette Lumiere. Car si j'interceptois la partie qui étoit la plus proche de l'Axe du Miroir , les Anneaux devenoient plus petits ; & si j'interceptois celle qui étoit la plus éloignée de cet Axe , ils devenoient plus grands.

XII. OBSERVATION. Lorsque les Couleurs du Prisme étoient jettées successivement sur le Miroir , l'Anneau qui dans les deux dernières Observations étoit blanc , se trouvoit en ce cas de la même grandeur dans toutes les

Couleurs ; seulement les Anneaux extérieurs à celui-ci , étoient plus grands dans le Vert que dans le Bleu , plus grands encore dans le Jaune , & encore plus grands dans le Rouge. Au contraire , les Anneaux renfermés dans ce Cercle blanc , étoient plus petits dans le Vert que dans le Bleu , plus petits encore dans le Jaune , & encore plus petits dans le Rouge. Car les Angles de Reflexion des Rayons qui formoient cet Anneau , étant égaux à leurs Angles d'Incidence , les accès de chaque Rayon réfléchi au dedans du Verre après la Reflexion , étoient égaux en longueur & en nombre , aux accès du même Rayon au dedans du Verre avant que ce Rayon vint à tomber sur la Surface réfléchissante ; & par conséquent , comme tous les Rayons de toutes les espèces étoient , en entrant dans le Verre , dans un accès de facile Transmission , ils étoient aussi dans un accès de facile Transmission en retournant à la même Surface après avoir été réfléchis ; & par conséquent ils étoient transmis & alloient à l'Anneau blanc sur le Carton. Voilà la raison pourquoi cet Anneau étoit de la même grandeur dans toutes les Couleurs , & pourquoi il paroissoit blanc lorsque toutes les Couleurs étoient mêlées ensemble. Pour ce qui est des Rayons réfléchis selon d'autres Angles , les Intervalles des accès des Rayons les moins refrangibles étant les plus grands , sont cause que les Anneaux de

la Couleur de ces Rayons augmentent ou diminuent par les variations les plus grandes, en s'éloignant de cet Anneau blanc en dehors ou en dedans ; & par cela même les Anneaux de cette Couleur sont plus grands en dehors , & plus petits en dedans. Et c'est là la raison pourquoi dans la dernière Observation , lorsque le Miroir étoit illuminé d'une Lumiere blanche, les Anneaux extérieurs produits par toutes les Couleurs , paroissent Rouges en dehors , & Bleus en dedans ; & pourquoi les intérieurs paroissent Bleus en dehors , & Rouges en dedans.

Voilà les Phenomenes des Plaques de Verre épaisses , convexes - concaves , qui sont par tout d'une égale épaisseur. Il y a encore d'autres Phenomenes , lorsque ces Plaques sont un peu plus épaisses d'un côté que de l'autre ; & d'autres encore , lorsque les Plaques sont plus ou moins concaves que convexes , ou plan-convexes , ou convexes - convexes : car dans tous ces cas , les Plaques produisent des Anneaux colorés ; mais en différentes manieres. Et autant que j'ai pu l'observer jusqu'ici , tous ces Phenomenes sont des conséquences des *Propositions* qu'on trouve à la fin de la TROISIÈME PARTIE de ce LIVRE ; & conspirent par là à en confirmer la verité. Mais ces Phenomenes sont trop divers , & les Calculs par lesquels ils sont déduits de ces Propositions , trop embarrassés pour

pour être exposés ici. Il me suffit d'avoir poussé l'examen de ces sortes de Phenomenes jusqu'à en découvrir la cause, & d'avoir confirmé par cette découverte, les Propositions que j'ai avancées dans la TROISIÈME PARTIE de ce LIVRE.

XIII. OBSERVATION. Comme la Lumiere reflechie par une Lentille enduite par derriere de Vif-argent, produit les Anneaux colorés décrits ci-dessus, elle doit aussi produire de pareils Anneaux colorés en passant au travers d'une goutte d'eau. A la premiere Reflexion des Rayons dans la Goutte, quelques Couleurs doivent être transmises, comme dans la Lentille, & d'autres reflechies vers l'Oeil. Par exemple, si le Diametre d'une petite Goutte ou d'un Globule d'eau est environ la 500<sup>me</sup> partie d'un pouce : de sorte qu'un Rayon Rouge passant par le milieu de ce Globule ait 250 *accès de facile Transmission* au dedans du Globule ; & que tous les Rayons Rouges qui à une certaine distance environnent de tous côtés ce Rayon mitoyen, ayent 249 *accès* au dedans du Globule ; & que tous les Rayons de la même espece, qui l'entourent à une certaine distance plus grande, ayent 248 *accès* ; & que tous ceux qui l'entourent à une certaine distance encore plus grande, ayent 247 *accès* ; & ainsi de suite : ces Cercles concentriques de Rayons tombants, après leur Transmission, sur un Papier blanc,

y formeront des Cercles concentriques de Rayons Rouges, supposé que la Lumiere qui passe au travers d'un seul Globule, soit assez forte pour être sensible. C'est de la même maniere que les Rayons des autres Couleurs produiront des Anneaux de leurs propres Couleurs. Maintenant supposé que par un beau jour le Soleil brille au travers d'une Nuée mince, composée de pareils Globules d'Eau ou de Grêle, & que ces Globules soient tous de la même grosseur; en ce cas-là le Soleil vû au travers de cette Nuée, paroîtra environné d'Anneaux colorés concentriques tous pareils à ceux que nous venons de décrire; & le Diametre du premier Anneau Rouge sera de 7 degrés &  $\frac{1}{4}$ , celui du second de 10 degrés &  $\frac{1}{4}$ , celui du troisiéme de 12 degrés 33 minutes. Et selon que les Globules d'eau seront plus gros ou plus petits, les Anneaux seront plus grands ou plus petits. C'est là la Theorie; & l'Experience y est exactement conforme. Car au Mois de Juin de l'an 1692, je vis par Reflexion dans un Vase d'Eau dormante, trois Couronnes ou Anneaux colorés autour du Soleil, semblables à trois petites Iris, concentriques au Soleil. Les Couleurs de la Couronne interieure étoient en dedans près du Soleil, du Bleu; en dehors, du Rouge; & au milieu entre le Bleu & le Rouge, du Blanc. Les Couleurs de la seconde Couronne, étoient du Pourpre & du Bleu en dedans, un Rouge-pâle

en dehors , & du Vert au milieu. Et celles de la troisiéme Couronne étoient un Bleu-pâle en dedans , & un Rouge-pâle en dehors. Ces Couronnes s'entouroient l'une l'autre immédiatement , de sorte que leurs Couleurs , à les prendre depuis le Soleil en dehors , étoient disposées dans cet ordre continu , Bleu , Blanc , Rouge : Pourpre , Bleu , Vert , Jaune-pâle , Rouge : Bleu-pâle , Rouge-pâle. Le Diametre de la seconde Couronne , mesuré depuis le milieu du Jaune & du Rouge d'un côté du Soleil jusqu'au milieu de la même Couleur de l'autre côté , étoit de 9 degrés &  $\frac{1}{3}$  , ou environ. Je n'eus pas le temps de mesurer les Diametres de la premiere Couronne & de la troisiéme. Mais le Diametre de la premiere paroissoit d'environ cinq ou six degrés ; & celui de la troisiéme d'environ douze. Il y a quelquefois de pareilles Couronnes autour de la Lune : car au commencement de l'année 1664 la nuit du 19<sup>me</sup> de Fevrier , j'en vis deux pareilles autour de cette Planete. Le Diametre de la premiere ou de l'interieure avoit environ 3 degrés , & celle de la seconde environ 5 &  $\frac{1}{2}$ . Immédiatement autour de la Lune il y avoit un Cercle blanc , & immédiatement après , paroissoit la Couronne interieure qui en dedans tout près du Blanc , étoit d'un Vert bleuâtre , & Jaune & Rouge en dehors : immédiatement autour de ces Couleurs il y avoit du Bleu & du Vert sur le dedans de la

476 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
Couronne extérieure, & du Rouge sur le dehors de cette même Couronne. On voyoit en même temps un *Halo* ou Cercle coloré à environ 25 degrés 35' de distance du Centre de la Lune. Il étoit elliptique; & son long Diamètre étoit perpendiculaire à l'Horizon, s'éloignant le plus de la Lune par sa partie inférieure. On m'a assuré qu'il y a quelquefois jusqu'à trois, ou plus de trois Couronnes concentriques colorées qui s'environnent l'une l'autre immédiatement autour de la Lune. Plus les Globules d'eau ou de Glace seront égaux entr'eux, plus on verra de Couronnes colorées, & plus les Couleurs en seront éclatantes. Au reste ce *Halo*, qui paroissoit à 22 degrés & demi de la Lune, étoit d'un autre genre. De ce qu'il étoit ovale & plus éloigné du Corps de la Lune par le bas que par le haut, je conclus qu'il étoit produit par la Refraction d'une espèce particulière de Grêle ou de Neige qui flottoit horizontalement dans l'Air; l'Angle réfringent étant d'environ 58 ou 60 degrés.

*Fin de la quatrième Partie du second Livre,*



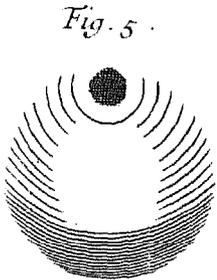


Fig. 5.

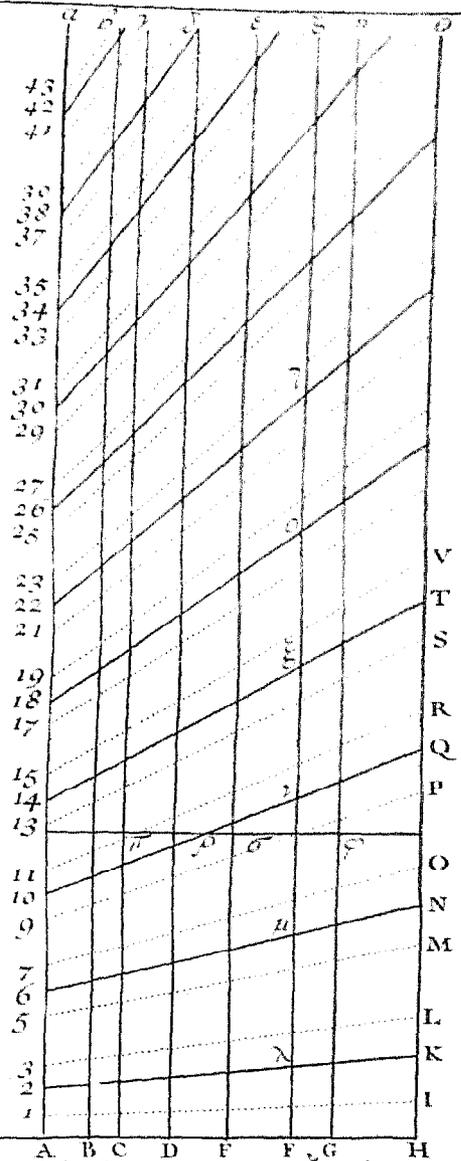


Fig. 6.

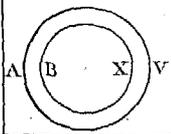
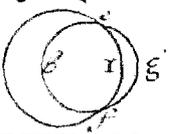
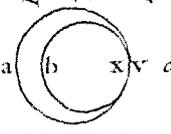
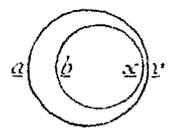
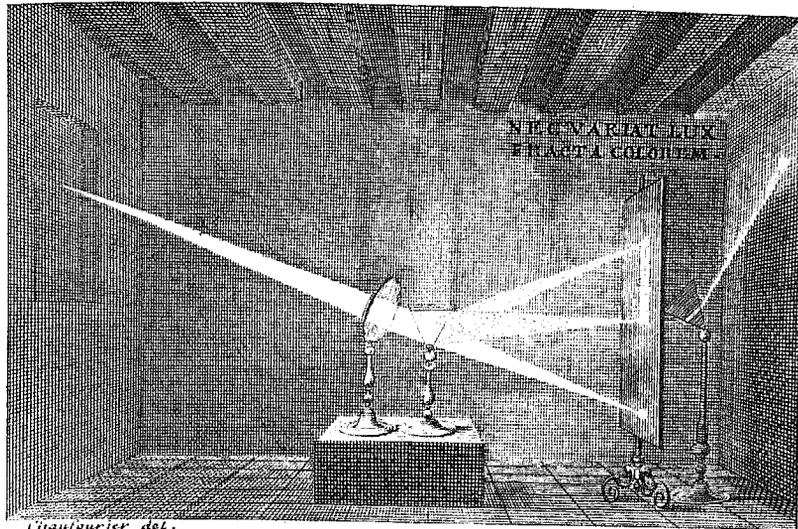


Fig. 7.

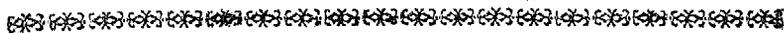




Craufourier del.

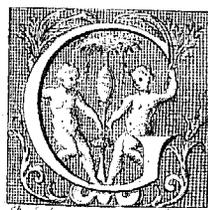
Herissee Sculp.

TRAITÉ  
D'OPTIQUE,  
SUR  
LA LUMIERE  
ET LES COULEURS.



LIVRE TROISIEME.

*Observations touchant les Inflexions des Rayons de Lumiere, & les Couleurs produites par ces Inflexions.*



RIMALDO nous a appris que, si un Trait de Lumiere Solaire est introduit dans une Chambre obscure au travers d'un fort petit Trou, les Ombres des Corps exposés à cette Lumiere, seront plus amples qu'elles

B B b

ne devoient être si les Rayons passioient près des extrémités de ces Corps en droites lignes; & que ces Ombres sont bordées de trois bandes ou franges de Lumière colorée, paralleles entr'elles: mais que si le Trou est élargi, les Franges se dilatent, & se mêlent ensemble; de sorte qu'on ne sçauroit les distinguer. Quelques-uns ont attribué la cause de ces larges Ombres & de ces Franges à la Refraction ordinaire de l'Air, mais sans avoir dûëment examiné la chose; car les circonstances de ce Phenomene, autant que j'ai pû les observer, sont telles qu'on va voir.

PREMIERE OBSERVATION. Ayant fait avec une épingle dans une Plaque de plomb un petit Trou, qui avoit  $\frac{1}{2}$ <sup>me</sup> de pouce de largeur, (car 21 de ces épingles jointes ensemble occupoient la largeur d'un demi pouce) je laissai passer au travers de ce Trou dans ma Chambre obscure un Trait de Lumière Solaire; & je trouvai que les ombres des Cheveux, des Fils, des Epingles, des Pailles, & de telles autres Substances déliés, mises au devant de ce Trait de Lumière, étoient considérablement plus larges qu'elles ne devoient être si les Rayons de Lumière passioient près des extrémités de ces Corps en lignes droites. En particulier un Cheveu de tête d'homme, dont la largeur n'étoit que la 280<sup>me</sup> partie d'un pouce, étant exposé à cette Lumière à environ 12 pieds de distance du Trou, jetta une ombre qui à 4 pou-

ces de distance de ce cheveu , avoit  $\frac{1}{60}$ <sup>me</sup> de pouce de largeur ; c'est-à-dire, qui étoit près de cinq fois plus large que le Cheveu ; & à la distance de 2 pieds du Cheveu , elle avoit environ  $\frac{1}{18}$ <sup>me</sup> de pouce de largeur ; c'est-à-dire , qu'elle étoit dix fois plus large que le Cheveu ; & à la distance de 10 pieds , elle avoit  $\frac{1}{8}$ <sup>me</sup> de pouce de largeur ; c'est-à-dire , qu'elle étoit 35 fois plus large que le Cheveu.

Peu importe que le Cheveu soit environné d'Air ou de quelqu'autre Corps transparent : car ayant mouillé une Plaque de Verre polie, & mis le Cheveu dans l'eau sur ce Verre, sur lequel j'appliquai une autre Plaque de Verre polie, en sorte que l'Eau pût remplir l'espace d'entre les deux Verres , j'exposai ces deux Plaques au Trait Solaire dont je viens de parler, de maniere que le Soleil pût passer à travers perpendiculairement ; & l'Ombre du Cheveu se trouva, aux mêmes distances, tout aussi grande qu'auparavant. Les Ombres des sillons tracés sur des Plaques polies de Verre, étoient aussi beaucoup plus larges qu'elles ne doivent être ; & les Veines qui se trouvent dans de semblables Plaques de Verre, jettoient aussi des Ombres d'une pareille largeur, à proportion. Donc la grande largeur de ces Ombres vient de quelqu'autre cause que de la Refraction de l'Air.

Soit \* le Cercle X, le milieu du cheveu ; \* FIG. 12

BB ij

480 *Traité d'Optique, sur la Lumiere;*  
*ADG, BEH, CFI*, trois Rayons passant près d'un  
côté du Cheveu, à différentes distances; *KN Q,*  
*LOR, MPS*, trois autres Rayons passant près  
de l'autre côté du Cheveu, à pareilles distan-  
ces; *D, E, F, & N, O, P*, les endroits où les  
Rayons sont pliés en passant près du Cheveu;  
*G, H, I, & Q, R, S*, les endroits où les Rayons  
tombent sur le Papier *G Q*; *IS* la largeur de  
l'Ombre du Cheveu jettée sur le Papier; &  
*TI, VS*, deux Rayons allant aux Points *I & S*,  
sans se plier lorsqu'on a ôté le Cheveu. Il est  
évident que toute la Lumiere d'entre ces deux  
Rayons *TI, & VS*, se plie en passant près du  
Cheveu, & est détournée de l'Ombre *IS*;  
parce que si quelque partie de cette Lumiere  
ne souffroit point d'inflexion, elle tomberoit  
sur le Papier au dedans de l'Ombre, & dans ce  
même endroit illumineroit le Papier; ce qui est  
contraire à l'Experience. Et parce que lorsque  
le Papier est à une grande distance du Cheveu,  
l'Ombre est fort large, & que par consequent les  
Rayons *TI, & VS*, sont fort éloignés l'un de  
l'autre; il s'ensuit de là que le Cheveu agit sur  
les Rayons de Lumiere, à une distance conside-  
rable dans le temps qu'ils passent à côté de lui.  
Mais son action est plus forte sur les Rayons qui  
passent à de moindres distances; & elle s'affoiblit  
toujours de plus en plus, à mesure que les  
Rayons passent à de plus grandes distances,  
comme cela est représenté dans la *Figure*; c'est de

là qu'il arrive, que l'Ombre du Cheveu est beaucoup plus large, à proportion de la distance Papier au Cheveu, lorsque le Papier est plus près du Cheveu que lorsqu'il en est plus éloigné.

II. OBSERVATION. Les Ombres de tous les Corps, (des Métaux, des Pierres, du Verre, du Bois, de la Corne, de la Glace, &c.) exposés à cette Lumière, étoient bordées de trois Franges paralleles de Lumière colorée, desquelles celle qui touchoit l'ombre, étoit la plus large & la plus lumineuse; & celle qui en étoit la plus éloignée, étoit la plus étroite, & si peu marquée qu'à peine pouvoit-on la voir. Il étoit difficile de distinguer les Couleurs de ces Franges, excepté lorsque la Lumière tomboit fort obliquement sur un Papier uni, ou sur quelque autre Corps blanc & poli; ce qui les faisoit paroître beaucoup plus larges qu'elles n'auroient paru autrement. Et alors les Couleurs paroissoient très-visiblement dans cet ordre: la premiere Frange, je veux dire l'interieure, étoit de Couleur Violette, & d'un Bleu foncé tout auprès de l'Ombre, ensuite d'un Bleu clair; Verte & Jaune au milieu, & Rouge en dehors: la seconde Frange étoit presque contiguë à la premiere, comme la troisieme à la seconde; & toutes deux étoient Bleuës en dedans, & Jaunes & Rouges en dehors: mais leurs Couleurs étoient extrêmement foibles, sur

tout celles de la troisième Frange. Voici donc leurs Couleurs selon l'ordre où elles paroissent depuis l'Ombre, VIOLET, Indigo, Bleu-pâle, Vert, Jaune, Rouge : BLEU, Jaune, Rouge : BLEU-PÂLE, Jaune-pâle, & Rouge. Les Ombres produites par les sillons & les bulles qui se rencontroient dans les Plaques polies de Verre, étoient aussi bordées de pareilles Franges de Lumière colorée. Et si l'on expose au même Trait de Lumière Solaire des Plaques de Miroir dont les bords soient taillés en biseau, la Lumière qui passera au travers des Plans parallèles du Verre, sera bordée de pareilles Franges colorées dans les endroits où ces Plans rencontrent le Plan oblique; de sorte que par ce moyen on y verra quelquefois quatre ou cinq Franges colorées. Soient \*  $AB$ ,  $CD$ , les Plans parallèles d'un Miroir, &  $BD$ , le Plan oblique de la Glace du Miroir, faisant en  $B$ , un Angle fort obtus avec le Plan  $AB$ ; que toute la Lumière qui se trouve entre les Rayons  $ENI$ , &  $FBM$ , passe directement à travers les Plans parallèles de la Glace, & aille tomber sur le Papier entre  $I$ , &  $M$ ; & que toute la Lumière qui est entre les Rayons  $GO$ , &  $HD$ , soit rompuë par le Plan oblique  $BD$ , de la Glace taillée en biseau; & tombe sur le Papier en  $K$ , &  $L$ : dès-lors la Lumière, qui passe directement au travers des Plans parallèles de la Glace, & qui tombe sur le Papier entre  $I$ ,

\* FIG. 2.

& *M*, sera bordée de trois Franges ou davantage en *M*.

Ainsi, en regardant le Soleil au travers d'une Plume ou d'un Ruban noir tenu tout près de l'Oeil, on verra plusieurs Arcs-en-Ciels; parce que les Ombres que les fibres ou filets jettent sur la Retine, sont bordées de pareilles Franges colorées.

III. OBSERVATION. Lorsque le Cheveu étoit à douze pieds de distance du Trou, ayant fait tomber son Ombre *obliquement* sur une Echelle plate & blanche, divisée en pouces & en parties de pouce, placée à un demi-pied au delà du Cheveu, & *perpendiculairement* sur la même Echelle, placée à neuf pieds au delà; je mesurai la largeur de l'Ombre & des Franges aussi exactement qu'il me fut possible: voici dans la TABLE suivante cette mesure exprimée en parties de pouce.

A la distance  
 { d'un demi pied. | de 9 pieds. }

La largeur de l'Ombre.	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{9}$
La largeur de l'espace entre les milieux de la Lumière la plus éclatante des Franges interieures, des deux côtés de l'Ombre.	$\frac{1}{30}$ OUI $\frac{1}{39}$	$\frac{7}{50}$
La largeur de l'espace entre les milieux de la plus brillante Lumière des Franges Moyennes, des deux côtés de l'Ombre.	$\frac{1}{23}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{4}{17}$
La largeur de l'espace entre les milieux de la plus brillante Lumière des Franges exterieures, des deux côtés de l'Ombre.	$\frac{1}{13}$ OUI $\frac{1}{18}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{10}$
La distance entre les milieux de la plus brillante Lumière de la premiere Frange & de la seconde.	$\frac{1}{210}$	$\frac{1}{21}$
La distance entre les milieux de la plus brillante Lumière de la seconde Frange & de la troisiéme.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{13}$
La largeur de la partie lumineuse (Verte, Blanche, Jaune, & Rouge) de la premiere Frange.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{32}$
La largeur de l'espace le plus obscur entre la premiere Frange & la seconde.	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{45}$
La largeur de la partie lumineuse de la seconde Frange.	$\frac{1}{290}$	$\frac{1}{55}$
La largeur de l'espace le plus obscur entre la seconde Frange & la troisiéme.	$\frac{1}{310}$	$\frac{1}{63}$

J'ai

J'ai pris ces mesures en faisant tomber l'Ombre du Cheveu si obliquement sur l'Echelle placée à un demi-pied de distance , que cette Ombre paroïsoit douze fois plus large que lorsqu'elle tomboit perpendiculairement dessus , à la même distance ; & j'ai marqué dans cette TABLE un douzième des mesures que je pris alors.

IV. OBSERVATION. Lorsque l'Ombre & les Franges étoient jettées obliquement sur un Corps blanc & poli ; si l'on éloignoit ce Corps de plus en plus du Cheveu , la premiere Frange commençoit à se faire voir , & à paroître plus éclatante que le reste de la Lumiere , à moins d'un quart de pouce de distance du Cheveu ; & dès lors l'ombre ou la ligne obscure paroïsoit entre cette premiere Frange & la seconde , à moins d'un tiers de pouce de distance du Cheveu. La seconde Frange commençoit à paroître à moins d'un demi-pouce de distance ; & l'Ombre entre cette seconde Frange & la troisiéme , à moins d'un pouce de distance ; & la troisiéme Frange , à moins de trois pouces de distance. Ces Franges devenoient beaucoup plus sensibles à de grandes distances , mais en conservant à peu près la même proportion par rapport à leurs largeurs & à leurs intervalles , qu'elles avoient lorsqu'elles commençoient à paroître. Car la distance entre le milieu de la premiere Frange & le milieu

de la seconde, étoit à la distance entre le milieu de la seconde Frange & le milieu de la troisième, comme 3 à 2, ou comme 10 à 7. Et la dernière de ces deux distances étoit égale à la largeur de la partie lumineuse de la première Frange. Cette largeur étoit à la largeur de la partie lumineuse de la seconde Frange, comme 7 à 4, & à l'intervalle obscur entre la première Frange & la seconde, comme 3 à 2; & au pareil intervalle obscur entre la seconde Frange & la troisième, comme 2 à 1. Car il sembloit que les largeurs des Franges étoient selon la progression des nombres 1,  $\sqrt{\frac{1}{3}}$ ,  $\sqrt{\frac{1}{4}}$ ; & que les Intervalles des Franges étoient dans la même progression que les Franges: c'est-à-dire que les Franges avec leurs Intervalles, étoient dans la progression continuë des nombres 1,  $\sqrt{\frac{1}{2}}$ ,  $\sqrt{\frac{1}{3}}$ ,  $\sqrt{\frac{1}{4}}$ ,  $\sqrt{\frac{1}{5}}$ , ou environ. Et ces proportions restoient à peu près les mêmes dans toutes les distances du Cheveu, les Intervalles obscurs des Franges étant aussi larges à proportion de la largeur des Franges, dès qu'ils commençoient à paroître, que dans la suite, lorsqu'ils étoient le plus éloignés du Cheveu, quoiqu'ils ne fussent, ni si obscurs, ni si distincts.

V. OBSERVATION. Le Soleil donnant dans ma Chambre obscure à travers un Trou d'un quart de pouce de largeur, je mis à 2 ou 3 pieds de distance du Trou une feuille de Carton, noircie des deux côtés, & qui avoit au

milieu un Trou d'environ  $\frac{1}{4}$  de pouce en quadré, pour que la Lumiere passât à travers; & derriere ce Trou j'attachai sur le Carton avec de la poix, la lame d'un Couteau bien affilé, pour intercepter quelque partie de la Lumiere qui passoit au travers du Trou. Les Plans du Carton & de la lame du Couteau étoient paralleles entr'eux, & perpendiculaires aux Rayons. Et lorsqu'ils furent disposés de telle sorte que nulle partie de la Lumiere Solaire ne tomboit sur le Carton, mais qu'elle alloit toute donner sur le Couteau au travers du Trou, une partie tombant sur le tranchant du Couteau, & l'autre partie passant près du tranchant du Couteau; je fis tomber cette derniere partie sur un Papier blanc à deux ou trois pieds au delà du Couteau; & je vis là deux Rayonnements d'une Lumiere foible, qui par deux endroits s'élançoit du Trait de la Lumiere Solaire dans l'Ombre, comme les Queuës des Cometes. Mais parce que la Lumiere directe du Soleil, brillant sur le Papier, obscurcissoit tellement par là ces foibles Rayonnements, qu'à peine pouvois-je les discerner, je fis un petit Trou au milieu du Papier pour que cette Lumiere directe passant à travers, allât tomber sur une piece de Drap noir que j'avois mise derriere le Papier; & dès lors les deux Rayonnements se montrerent fort distinctement. Ils se ressembloient, & étoient à peu près égaux en

longueur & en largeur, & en quantité de Lumiere. Cette partie de leur Lumiere, qui confinoit à la Lumiere directe du Soleil, étoit assez forte dans l'espace d'environ  $\frac{1}{4}$  de pouce ou un demi-pouce; & dans tout son progrès depuis cette Lumiere directe, elle alloit en diminuant par degrés jusqu'à devenir tout-à-fait imperceptible. Toute la longueur de ces deux Rayonnements, mesurés sur le Papier à 3 pieds de distance du Couteau, étoit d'environ 6 ou 8 pouces; de sorte qu'au tranchant du Couteau, elle souûtenoit un Angle d'environ 10 ou 12 degrés, ou tout au plus de 14. Cependant j'ai crû quelquefois avoir vû leur Lumiere s'étendre trois ou quatre fois plus loin, mais les traits en étoient si foibles qu'à peine pouvois-je l'appercevoir; ce qui me fit soupçonner que ce pouvoit être une Lumiere étrangere, produite (du moins en partie) par quelque cause differente de celle qui produisoit ces deux fortes de Rayonnements. Car ayant placé mon Oeil dans cette Lumiere au delà de l'extrémité du Rayonnement qui étoit derriere le Couteau, & regardant vers le Couteau, je pouvois distinguer sur son tranchant une ligne de Lumiere, non seulement lorsque mon Oeil étoit sur la ligne des Rayonnements, mais encore lorsqu'il étoit hors de cette ligne vers la pointe, ou vers le manche du Couteau. Cette ligne de Lumiere paroissoit contiguë au tran-

chant du Couteau, & étoit plus étroite que la Lumiere de la Frange interieure, & ne paroiffoit jamais fi étroite que lorsque mon Oeil étoit le plus éloigné de la Lumiere directe : de forte qu'il sembloit qu'elle passât entre la Lumiere de la Frange interieure, & le tranchant du Couteau ; & que la partie qui passoit le plus près du tranchant, souffroit la plus grande inflexion, quoiqu'elle ne fût pas toute sujete à cet accident.

VI. OBSERVATION. Je mis un autre Couteau tout auprès de celui-ci, de telle sorte que leurs tranchants fussent paralleles, vis-à-vis l'un de l'autre ; & que le Trait de Lumiere venant à tomber sur les deux Couteaux, quelque partie de cette Lumiere pût passer entre ces deux tranchants. Et lorsque la distance de ces tranchants étoit environ la 400<sup>me</sup> partie d'un pouce, le Rayonnement qui sortoit de ce Trait de Lumiere, se partageoit par le milieu en deux parties, & laissoit une Ombre entre-deux. Cette Ombre étoit si noire & si obscure, que toute la Lumiere qui passoit entre les Couteaux, sembloit pliée & détournée d'un côté ou de l'autre. A mesure que les Couteaux s'approchoient l'un de l'autre, l'Ombre devenoit plus large ; & les Rayonnements plus courts vers leurs extremités interieures qui étoient tout près de l'Ombre, jusqu'à ce que les Couteaux venant à se toucher, toute la Lumiere disparut, & l'Ombre prit sa place.

Je conclus de-là, que la Lumiere qui souffrant le moins d'inflexion, va vers les extremités interieures des Rayonnements, passe près du tranchant des Couteaux à la plus grande distance; & que cette distance est environ la 800<sup>me</sup> partie d'un pouce, lorsque l'Ombre commence à paroître entre les Rayonnements. Pour le reste de la Lumiere qui passe près des tranchants des Couteaux à des distances qui diminuent par degrés, elle se plie de plus en plus, & va vers les parties des Rayonnements qui s'éloignent de plus en plus de la Lumiere directe: car lorsque les Couteaux s'approchent jusqu'à se toucher, les parties des Rayonnements qui sont les plus éloignées de la Lumiere directe, s'évanoüissent les dernieres.

VII. OBSERVATION. Dans la cinquième *Observation*, les Franges ne paroissent point: elles s'élargissoient si fort à cause de la largeur du Trou fait au Volet de la Fenêtre, qu'elles rentroient l'une dans l'autre, & produisoient, en se joignant ensemble, une Lumiere continuë dans le commencement des Rayonnements. Mais dans la sixième *Observation*, à mesure que les Couteaux s'approchoient l'un de l'autre, un peu avant que l'Ombre parût entre les deux Rayonnements, les Franges commençoient à paroître sur les extremités interieures de ces Rayonnements, aux deux côtés de la Lumiere directe: trois d'un côté, produites par le

tranchant d'un des Cou-teaux ; & trois de l'autre côté , produites par le tranchant de l'autre Cou-teau. Elles étoient d'autant plus distinctes, que les Cou-teaux étoient plus éloignés du Trou de la Fenê-tre ; & si l'on faisoit le Trou plus petit , les Franges devenoient encore plus distinctes : de sorte que quelquefois je pouvois distinguer de foibles traces d'une quatrième Frange au delà des trois ci-dessus mentionnées. Et à mesure que les Cou-teaux continuoient de s'approcher l'un de l'autre , les Franges devenoient plus distinctes & plus amples jusqu'à ce qu'elles eussent disparu. La Frange extérieure disparut la première ; celle du milieu après ; & l'intérieure la dernière. Et après qu'elles eurent toutes disparu , & que la Ligne lumineuse qui étoit au milieu de ces Franges , fut devenue extrêmement large , se répandant des deux côtés dans les Rayonnements qui ont été décrits dans la cinquième *Observation* ; l'Ombre ci-dessus mentionnée , ayant commencé de paroître au milieu de cette Ligne , & de la partager en deux Lignes lumineuses , alla en augmentant jusqu'à ce que toute la Lumière eût disparu. Cette extension des Franges étoit si grande , que les Rayons qui alloient jusqu'à la Frange intérieure , paroissoient environ vingt fois plus courbés lorsque cette Frange étoit prête à s'évanouïr , que lorsqu'on retiroit un des Cou-teaux.

De cette dernière Observation, & de la précédente comparées ensemble, je conclus que la Lumiere de la première Frange passoit près du tranchant du Couteau à plus d'une 800<sup>me</sup> partie de pouce; que la Lumiere de la seconde Frange passoit près du tranchant du Couteau à une plus grande distance que la Lumiere de la première Frange; que celle de la troisième passoit encore à une plus grande distance que celle de la seconde; & que les Rayonnements de Lumiere décrits dans la cinquième & la sixième *Observation*, passaient près des tranchants des Couteaux à de moindres distances que la Lumiere d'aucune de ces Franges.

VIII. OBSERVATION. Ayant fait affiler deux Couteaux de telle maniere que les tranchants en fussent extrêmement droits; je les fis entrer par la pointe dans une planche, de sorte que leurs tranchants fussent vis-à-vis l'un de l'autre, & que se rencontrant près de leurs pointes, ils fissent un Angle rectiligne. Après quoi je mis de la poix entre les deux manches pour rendre cet Angle fixe & invariable. La distance entre les deux tranchants des Couteaux, à quatre pouces du Point angulaire où ces tranchants se touchoient, étoit  $\frac{1}{8}$  de pouce; & par conséquent l'Angle formé par le concours de ces deux tranchants, étoit d'environ 1 degré, 54'. Les Couteaux étant ainsi joints ensemble, je les exposai à un trait de Lumiere Solaire in-

troduit

roduit dans ma Chambre obscure à travers un Trou d'un 42<sup>me</sup> de pouce de largeur : je les exposai, dis-je, à la distance de 10 ou 15 pieds de ce Trou. Ayant ensuite placé une Regle blanche & polie à un demi-pouce ou à un pouce de distance des Couteaux, je fis tomber fort obliquement sur cette Regle la Lumiere qui passoit entre les tranchants de ces Couteaux ; & je vis là les Franges produites par les deux tranchants des Couteaux, lesquelles alloient le long des extremités de l'Ombre de ces Couteaux en lignes paralleles à ces extremités, sans devenir sensiblement plus larges, jusqu'à ce qu'elles vinssent à se rencontrer en des Angles égaux à l'Angle formé par les tranchants des Couteaux ; & dans l'endroit où elles se rencontroient ainsi, elles se terminerent sans se croiser. Mais lorsque la Regle blanche étoit placée à une beaucoup plus grande distance des Couteaux, les Franges étoient un peu plus étroites dans l'endroit où elles étoient plus éloignés de l'endroit de leur concours, devenant toujours un peu plus larges à mesure qu'elles s'approchoient davantage l'une de l'autre ; & après s'être rencontrées, elles se croisoient, & devenoient ensuite beaucoup plus larges qu'au paravant.

Je conclus de là, que les distances auxquelles les Franges passent près des Couteaux, ne sont ni augmentées ni changées par l'approche de ces Couteaux ; mais que cette approche aug-

494 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
mente beaucoup les Angles aux quels les Rayons  
sont pliés : que le Couteau qui est le plus près  
d'un Rayon quelconque, détermine de quel  
côté ce Rayon doit être plié ; & que l'autre  
Couteau augmente l'inflexion de ce Rayon là.

IX. OBSERVATION. Lorsque les Rayons  
tomboient fort obliquement sur la Regle, à un  
tiers de pouce de distance des Couteaux, les  
deux Lignes obscures, dont l'une étoit entre la  
premiere & la seconde Frange de l'Ombre d'un  
des Couteaux, & l'autre entre la premiere & la  
seconde Frange de l'Ombre de l'autre Couteau ;  
se rencontroient ensemble à un 5<sup>me</sup> de pouce de  
distance de l'extrémité de la Lumière qui pas-  
soit entre les Couteaux dans l'endroit où leurs  
tranchants se touchoient. Et par conséquent la  
distance entre les tranchants des Couteaux dans  
l'endroit où ces Lignes obscures se rencon-  
troient, étoit la 160<sup>me</sup> partie d'un pouce. Car  
une longueur quelconque des tranchants des  
Couteaux, mesurée depuis le point de leur  
concours, est à la distance entre les tranchants  
de ces Couteaux au bout de cette longueur,  
comme 4 pouces sont à  $\frac{1}{8}$ <sup>me</sup> de pouce ; c'est-à-  
dire, comme  $\frac{1}{7}$  de pouce est à la 160<sup>me</sup> partie  
d'un pouce. Ainsi donc les Lignes obscures ci-  
dessus mentionnées, se rencontrent au milieu de  
la Lumière qui passe entre les Couteaux dans  
l'endroit où ils sont à  $\frac{1}{160}$ <sup>me</sup> de pouce l'un de l'au-  
tre : & une moitié de cette Lumière passe près

du tranchant d'un des Couteaux à une distance qui n'est pas plus de  $\frac{1}{120}^{\text{me}}$  de pouce ; & tombant sur le Papier, elle produit les Franges de l'Ombre de ce Couteau : l'autre moitié passe de même près du tranchant de l'autre Couteau à une distance qui n'est pas plus de  $\frac{1}{120}^{\text{me}}$  de pouce ; & tombant sur le Papier, elle y produit aussi les Franges de l'Ombre de l'autre Couteau. Mais si l'on tient le Papier à plus d'un tiers de pouce de distance des Couteaux, les Lignes obscures ci-dessus mentionnées, se rencontreront à plus d'un cinquième de pouce de distance de l'extrémité de la Lumière qui passe entre les Couteaux dans l'endroit où leurs tranchants se touchent. Donc la Lumière qui tombe sur le Papier dans l'endroit où ces Lignes obscures se rencontrent, passe entre les Couteaux dans l'endroit où leurs tranchants sont à plus d'un  $160^{\text{me}}$  de pouce de distance l'un de l'autre.

Car une autre fois que les Couteaux étoient à 8 pieds & 5 pouces de distance du petit Trou que j'avois fait, comme ci-dessus, avec une petite épingle dans une plaque de plomb appliquée à la Fenêtre ; la Lumière qui tomba sur le Papier où se rencontiroient les susdites Lignes obscures, passa entre les Couteaux dans l'endroit où la distance entre leurs tranchants étoit comme dans la TABLE suivante, lorsque la distance entre le Papier & les Couteaux étoit aussi telle qu'elle est exprimée dans la même TABLE.

<i>Distances entre le Papier &amp; les Couteaux, exprimées en pouces.</i>	<i>Distances entre les tranchants des Couteaux, exprimées en parties millefimes d'un pouce.</i>
$1\frac{1}{2}$ - - -	- - 0'012
$3\frac{1}{3}$ - - -	- - 0'020
$8\frac{1}{5}$ - - -	- - 0'034
32 - - -	- - 0'057
96 - - -	- - 0'081
131 - - -	- - 0'087

Et de là j'inferé que la Lumière qui produit les Franges sur le Papier, n'est pas la même Lumière à toutes les distances entre le Papier & les Couteaux; mais que lorsqu'on tient le Papier près des Couteaux, les Franges sont produites par une Lumière qui passe plus près du tranchant des Couteaux, & qui souffre une plus grande inflexion que lorsqu'on tient le Papier à une plus grande distance de ces Couteaux.

X. OBSERVATION. Lorsque les Franges des Ombres des Couteaux tomboient perpendiculairement sur un Papier à une grande distance de ces Couteaux, elles étoient en forme d'Hyperboles; & voici leurs dimensions. Soient

\* FIG. 3.

\* *CA, CB*, des Lignes tirées sur le Papier, parallèles aux tranchants des Couteaux, & entre lesquelles toute la Lumière tomberoit, si elle

passoit entre ces tranchants des Cou-teaux sans recevoir aucune Inflexion. Soit  $DE$ , une Ligne droite, qui menée par le point  $C$ , fasse les Angles  $ACD$ ,  $BCE$ , égaux entr'eux, & termine toute la Lumiere qui tombe sur le Papier, depuis le point où les tranchants des Cou-teaux viennent à se rencontrer. Soient  $eif$ ,  $fkt$ , &  $glv$ , trois Lignes hyperboliques représentant le terme de l'Ombre de l'un des Cou-teaux; la Ligne obscure entre la première & la seconde Frange de cette Ombre; & la Ligne obscure entre la seconde & la troisième Frange de la même Ombre. Soient  $xip$ ,  $ykq$ , &  $zlr$ , trois autres Lignes hyperboliques, représentant le terme de l'Ombre de l'autre Cou-teau; la Ligne obscure entre la première & la seconde Frange de cette Ombre; & la Ligne obscure entre la seconde & la troisième Frange de la même Ombre. Imaginez que ces trois Hyperboles sont semblables & égales aux trois précédentes, & qu'elles les croisent aux points  $i$ ,  $k$ ,  $l$ ; & que les Ombres des Cou-teaux sont terminées & distinguées des premières Franges lumineuses par les Lignes  $eif$ , &  $xip$ , jusqu'à ce que ces Franges viennent à se rencontrer & se croiser; & qu'alors ces Lignes en forme de Lignes obscures croisent les Franges, terminant le côté intérieur des premières Franges lumineuses, & les distinguant d'une autre Lumiere qui commence à éclatter en  $i$ , & qui illumine tout l'espace triangulaire

*ipDEfi*, terminé par ces Lignes obscures, & par la Ligne droite *DE*. De ces Hyperboles, une Asymptote est cette même Ligne *DE*; & leurs autres Asymptotes sont parallèles aux Lignes *CA*, & *CB*. Soit *rv*, une Ligne tirée où vous voudrez sur le Papier, parallèle à l'Asymptote *DE*; & que cette Ligne coupe les Lignes droites *AC* en *m*, & *BC* en *n*, & les six Lignes obscures hyperboliques en *p, q, r, s, t, v*; vous n'avez qu'à mesurer les distances *ps, qt, rv*; & déduire de là les longueurs des Ordonnées *np, nq, nr*, ou *ms, mt, mv*; & faisant cela à différentes distances de la Ligne *rv*, à l'Asymptote *DE*, vous pourrez trouver autant de points de ces Hyperboles qu'il vous plaira; & vous assûrer par ce moyen que ces Lignes courbes sont des Hyperboles peu différentes de l'Hyperbole conique. Et en mesurant les Lignes *ci, ck, cl*, vous pourrez trouver d'autres Points de ces Courbes.

Par exemple, lorsque les Couteaux étoient à dix pieds du Trou de la Fenêtre, & le Papier à neuf pieds des Couteaux; & que l'Angle formé par les tranchants des Couteaux, auquel est égal l'Angle *ACB*, étoit soutendu par une Corde qui étoit au Rayon comme 1 à 32; & que la distance de la Ligne *rv*, à l'Asymptote *DE*, étoit d'un demi-pouce: je mesurai les Lignes *ps, qt, rv*, & je les trouvai de 0'35, 0'65, 0'98 pouces, respectivement; & en ajoutant à leurs

moitiés la Ligne  $\frac{1}{2}mn$ , (qui étoit ici la 128<sup>me</sup> partie d'un pouce, ou 0'0078 pouces) les sommes  $np, nq, nr$ , étoient 0'1828, 0'3328, 0'4978 pouces. Je mesurai aussi les distances des parties brillantes des Franges qui s'étendoient entre  $pq$  &  $st, qr$  &  $rv$ , & immédiatement au-delà de  $r$  &  $v$ ; & je les trouvai 0'5, 0'8, & 1'17 pouces.

XI. OBSERVATION. Le Soleil donnant dans ma Chambre obscure à travers un petit Trou rond, fait avec une petite épingle, comme ci-dessus, dans une Plaque de Plomb, je mis au devant de ce Trou un Prisme pour rompre la Lumiere, & former sur le Mur opposé le Spectre coloré qui a été décrit dans la troisième *Expérience* de la PREMIERE PARTIE DU PREMIER LIVRE : & je trouvai que les Ombres de tous les Corps placés dans cette Lumiere colorée entre le Prisme & le Mur, étoient bordées de Franges de la couleur qu'avoit la Lumiere à laquelle ces Corps étoient exposés. Dans la Lumiere d'un Rouge foncé, les Franges étoient entièrement Rouges sans aucun Bleu ou Violet sensibles; & dans la Lumiere d'un Bleu foncé, elles étoient entièrement Bleuës sans aucun Rouge ou Jaune sensibles. De même dans la Lumiere Verte, elles étoient entièrement Vertes, excepté un peu de Jaune & de Bleu qui se trouvoit mêlé dans la Lumiere Verte du Prisme. Or en comparant les Franges produites dans des *Lumieres* de différentes Couleurs, je trouvai que les Franges pro-

duites dans la Lumière Rouge, étoient les plus amples; que celles qui étoient produites dans le Violet, étoient les moindres; & que celles qui étoient produites dans le Vert, étoient de moyenne largeur. Car les Franges dont étoit bordée l'Ombre d'un Cheveu d'homme, étant mesurées au travers de l'Ombre, à six pouces du Cheveu, il se trouva que la distance entre la partie moyenne & plus lumineuse de la première Frange, c'est-à-dire, de la Frange intérieure d'un des côtés de l'Ombre, & la partie d'une pareille Frange de l'autre côté de l'Ombre; étoit dans la Lumière d'un Rouge foncé  $\frac{1}{37}$  de pouce, & dans la Lumière d'un Violet foncé  $\frac{1}{6}$ <sup>me</sup> de pouce. Et une pareille distance entre les parties moyennes & plus lumineuses des secondes Franges des deux côtés de l'Ombre, étoit dans le Rouge foncé  $\frac{1}{17}$ ; & dans le Violet,  $\frac{1}{7}$  de pouce. Et ces distances des Franges conservoient la même proportion dans toutes leurs distances du Cheveu, sans aucune variation sensible.

Donc les Rayons qui produisoient ces Franges dans la Lumière Rouge, passaient près du Cheveu à une plus grande distance que ceux qui produisoient de pareilles Franges dans le Violet; & par conséquent le Cheveu en produisant ces Franges, agissoit également sur la Lumière Rouge, ou les Rayons les moins refringibles,

frangibles , à une plus grande distance ; & sur le Violet ou les Rayons les plus refrangibles , à une moindre distance ; & par cette action réduisoit la Lumiere Rouge en plus grandes Franges , la Lumiere Violette en plus petites Franges , & les Rayons des Couleurs intermediates en Franges de moyennes grandeurs , sans alterer la Couleur d'aucune espece de Lumiere.

Lors donc que dans la premiere & la seconde de ces Observations , le Cheveu exposé à un Trait blanc de Lumiere Solaire , jettoit une Ombre bordée de trois Franges de Lumiere colorée ; ces Couleurs ne provenoient d'aucune nouvelle modification que le Cheveu eut communiquée aux Rayons de Lumiere , mais seulement des diverses Inflexions par lesquelles les Rayons de differentes especes étoient séparés l'un de l'autre ; lesquels avant cette séparation composoient par le mélange de toutes leurs Couleurs , ce Trait blanc de Lumiere Solaire ; mais qui toutes les fois qu'ils sont séparés , constituent les Lumieres des differentes Couleurs qu'ils sont originaiement disposés à faire paroître. Dans cette *onzieme Observation* , où les Couleurs étoient séparées par differentes Refractions des Rayons , avant que la Lumiere passât près du Cheveu , les Rayons les moins refrangibles , qui une fois séparés du reste font le Rouge , étoient pliés à une plus grande distance du Cheveu ; de sorte qu'ils produisoient

trois Franges Rouges, à une plus grande distance du Milieu de l'Ombre du Cheveu. Au contraire, les Rayons les plus refrangibles, qui une fois séparés font le Violet, étoient pliés à une moindre distance du Cheveu; de sorte qu'ils produisoient trois Franges Violettes, à une moindre distance du milieu de l'Ombre du Cheveu. D'autres Rayons de degrés intermedits de refrangibilité, étoient pliés à des distances intermedites du Cheveu; de sorte qu'ils produisoient des Franges de Couleurs intermedites, à des distances intermedites du Milieu de l'Ombre du Cheveu. Et dans la *seconde Observation*, où toutes les Couleurs se trouvent mêlées dans la Lumiere blanche qui passe près du Cheveu, ces Couleurs sont séparées par les diverses Inflexions des Rayons; & les Franges que produisent chacune de ces Couleurs, paroissent toutes ensemble: les Franges interieures étant contiguës entr'elles, ne forment qu'une large Frange, composée de toutes les Couleurs dans leur ordre naturel; le Violet dans l'interieur de la Frange, immédiatement après l'Ombre; le Rouge dans l'exterieur le plus éloigné de l'Ombre; & le Bleu, le Vert, & le Jaune, au milieu. De même les Franges mitoyennes, produites par toutes les Couleurs rangées aussi en ordre, & contiguës l'un à l'autre, forment une seconde Frange large, composée de toutes les Couleurs; & les Franges exterieures, produites par toutes

Fig. 1.

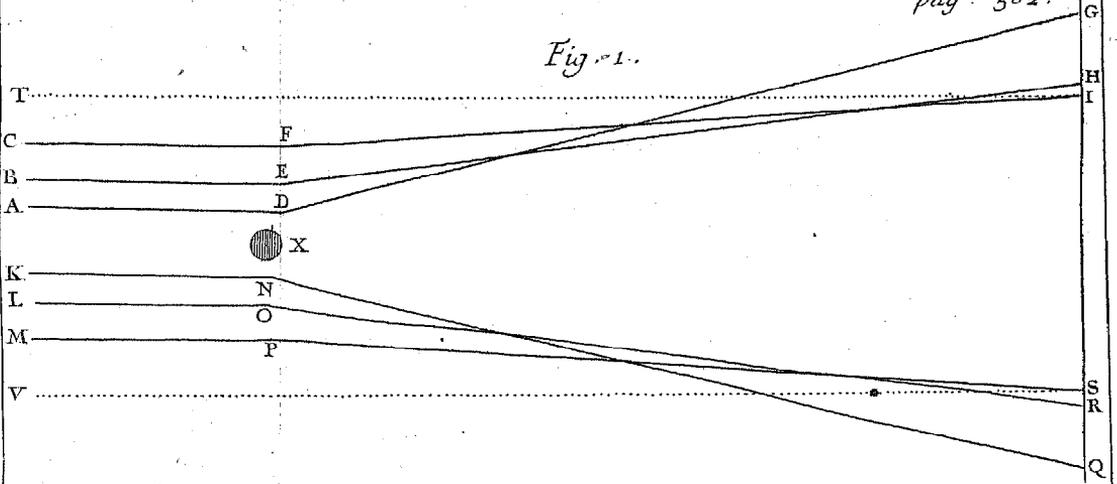


Fig. 2.

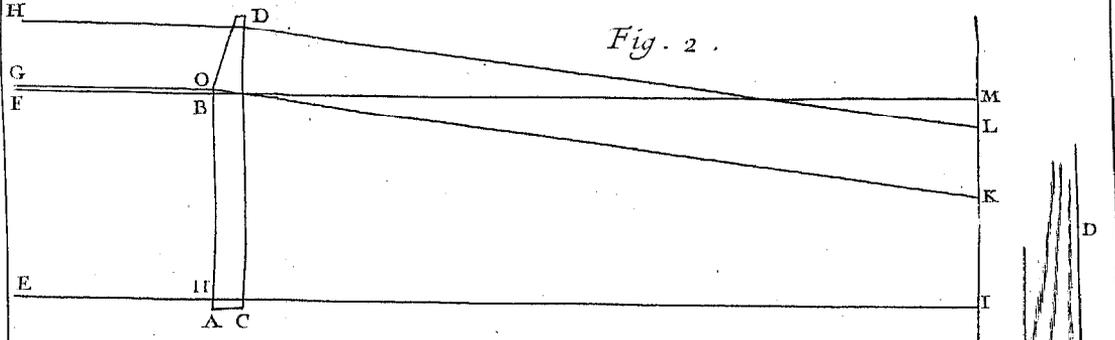
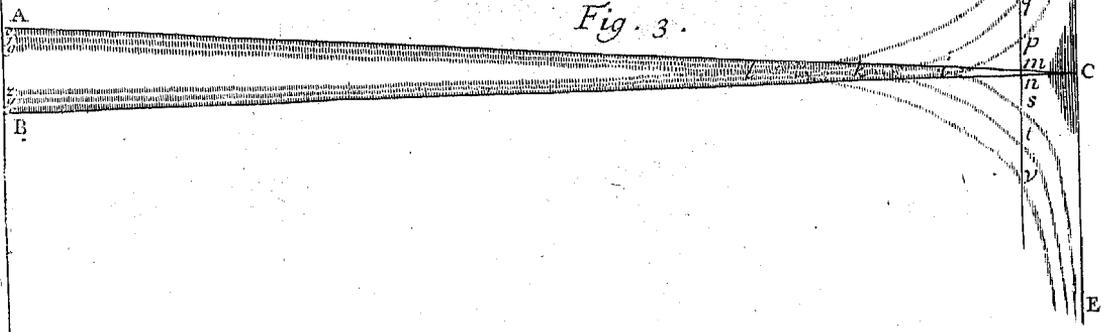
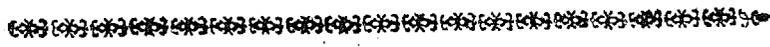


Fig. 3.



les Couleurs rangées pareillement en ordre, & contiguës l'une à l'autre, forment de même une troisiéme Frange large, composée de toutes les Couleurs. Voilà les trois Franges de Lumiere colorée, dont les Ombres de tous les Corps sont bordées dans la *seconde Observation*.

Dans le temps que je faisois ces Observations, j'avois dessein d'en repeter la plus grande partie avec plus d'exaétitude, & d'en faire quelques autres toutes nouvelles pour déterminer la maniere dont les Rayons de Lumiere se plient en passant près des Corps pour produire des Franges colorées avec des Lignes obscures entre-deux. Mais d'autres occupations vinrent alors m'interrompre, & presentement je ne sçaurois me résoudre à rentrer dans l'examen de ces choses. Et puisque je n'ai pas fini cette partie de mon dessein, je me contenterai, pour toute conclusion, de proposer quelques Questions qui pourront engager d'autres personnes à pousser plus loin ces sortes de recherches.



## QUESTIONS,

*Qui servent de Conclusion à tout l'Ouvrage.*

### QUESTION I.

**L**ES CORPS n'agissent-ils pas, \* à certaine distance, sur la Lumiere ? & par leur action ne plient-ils pas ses Rayons ? & ( toutes

\* *At a distance.*  
ou *Ad distans.*

304 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
choses d'ailleurs égales) cette action n'est-elle pas plus forte, à mesure que la distance est moindre?

### QUESTION II.

LES RAYONS, qui different en refrangibilité, ne different-ils pas aussi en flexibilité? & ne sont-ils pas séparés l'un de l'autre par leurs différentes *Inflexions*, de sorte qu'ils produisent, après leur séparation, les trois Franges colorées qui ont été décrites ci-dessus? Et de quelle maniere sont-ils pliés pour former ces Franges-là?

### QUESTION III.

LES RAYONS de Lumiere, passant près des extremités des Corps, ne sont-ils pas pliés plusieurs fois en divers sens par un mouvement pareil à celui d'une Anguille? Et les trois Franges colorées dont il a été fait mention ci-dessus, ne sont-elles pas produites par trois *Inflexions* de cette espece?

### QUESTION IV.

LES RAYONS de Lumiere, qui tombant sur les Corps, sont reflechis ou rompus, ne commencent-ils pas de se plier avant que de parvenir jusqu'aux Corps? & ne sont-ils pas reflechis, rompus, & pliés par un seul & même Principe, qui agit différemment en différentes circonstances?

### QUESTION V.

LES CORPS & la Lumiere n'agissent-ils pas

mutuellement l'un sur l'autre : c'est-à-dire , les Corps sur la Lumiere, en la jettant , la reflechissant , la rompant , & la pliant ; & la Lumiere sur les Corps, en les échauffant , & en donnant à leurs parties un mouvement de vibration en quoi consiste la Chaleur ?

QUESTION VI.

LES CORPS NOIRS ne sont-ils pas plus aisément échauffés par la Lumiere , que ceux de toute autre Couleur , par la raison que la Lumiere qui tombe sur les Corps Noirs , n'est pas reflechie en dehors , mais entre dans ces Corps , où elle souffre plusieurs differentes Reflexions ou Refractions , jusqu'à ce qu'elle y soit éteinte & perduë ?

QUESTION VII.

LA FORCE & la vigueur de l'action réciproque entre la Lumiere & les Corps sulphureux , mentionnée ci-dessus , n'est-elle pas en partie la cause pourquoi ces Corps prennent feu plus aisément , & brûlent avec plus de violence que les autres Corps ?

QUESTION VIII.

Tous les Corps fixes , lorsqu'ils sont échauffés au delà d'un certain degré , ne jettent-ils pas de la Lumiere , & ne brillent-ils pas ? cette *émission* n'est-elle pas produite par les vibrations de leurs parties ? Tous les Corps qui

abondent en parties terrestres, & sur tout en parties sulphureuses, ne jettent-ils pas de la Lumiere toutes les fois que ces parties là sont suffisamment agitées; soit que cette agitation soit produite par la chaleur, ou par la friction, la percussion, la putrefaction; par quelque mouvement vital, ou par quelque autre cause que ce soit: comme l'Eau de la Mer par un temps orageux; le Vif-argent secoüé dans *le Vuide*; le dos d'un Chat, ou le col d'un Cheval qu'on frotte à contre-poil dans un lieu fort obscur; le Bois, la Chair, & le Poisson, lorsqu'ils commencent à se putrefier; les vapeurs qui s'élevent des Eaux corrompües, & qu'on nomme communément *Feux Folets*; des tas de Foin ou de Blé humide, échauffés par la fermentation; les Vers luifants, & les Yeux de certains Animaux, dont les parties internes sont ébranlées par des mouvements vitaux; le Phosphore vulgaire agité par l'attrition de quelque Corps que ce soit, ou par les parties acides de l'Air; l'Ambre, & certains Diamants frappés, pressés ou frottés; des particules d'Acier détachées par le choq d'une pierre à fusil; du Fer frappé si prestement avec un Marteau, qu'échauffé par ce moyen, il allume du souffre qu'on jette dessus; les Essieux d'un Chariot, enflammés par le mouvement rapide des rouës; & quelques Liqueurs mêlées ensemble dont les particules viennent à s'unir en se choquant avec force, comme l'Huile de Vi-

trisol distillée avec une égale quantité de Nitre, & mêlée ensuite avec le double de son poids d'huile d'Anis. De même, un Globe de Verre d'environ 8 ou 10 pouces de Diametre étant attaché à une machine, par le moyen de laquelle il puisse tourner rapidement autour de son Axe, venant à tourner, jette de la Lumière dans l'endroit où il est frotté avec la paume de la main. Si dans le même temps on tient un morceau de Papier blanc, ou de Drap blanc, ou le bout du Doigt, à la distance d'environ un quart de pouce, ou un demi-pouce de la partie du Verre où le mouvement est le plus grand; la vapeur électrique excitée par la friction du Verre contre la main, venant à donner sur le Papier, sur le Drap, ou sur le Doigt, sera mise dans une telle agitation, que jettant de l'éclat elle rendra le Papier, le Drap, ou le Doigt aussi lumineux qu'un Vert luisant; & en s'élançant hors du Verre, elle frappera quelquefois le Doigt si vivement qu'on en sentira le choq. On a éprouvé la même chose en frottant un long & gros cylindre de Verre ou d'Ambre avec du Papier qu'on tenoit dans la main, ou tout simplement avec la main, & en continuant la friction jusqu'à ce que le Verre commençât à s'échauffer.

## QUESTION IX.

LE FEU, n'est-ce pas un Corps échauffé à tel point qu'il jette de la Lumière en abondan-

ce ? Car un Fer Rouge & brûlant , qu'est-ce autre chose que du Feu ? Et qu'est-ce qu'un Charbon ardent , si ce n'est du Bois rouge & brûlant ?

### QUESTION X.

LA FLAMME , n'est-ce pas une Vapeur , une fumée , ou une exhalaison qui est échauffée jusqu'à être ardente , c'est-à-dire , qui a contracté un tel degré de chaleur qu'elle en est toute brillante de Lumière ? Car les Corps ne sont point enflammés sans jeter quantité de fumée ; & cette fumée brûle dans la Flamme. Le *Feu Folet* est une Vapeur qui brille sans chaleur ; & n'y a-t-il pas la même différence entre cette Vapeur & la Flamme , qu'entre du Bois pourri qui luit sans chaleur , & des Charbons ardents ? Lors qu'on distille des Esprits ardents , si l'on vient à ôter le Chapireau de l'Alembic , la Vapeur qui sort par le haut de l'Alembic , prendra feu à l'approche d'une chandelle allumée , & se changera en Flamme : cette Flamme se répandra le long de la Vapeur , depuis la Chandelle jusqu'à l'Alembic. Il y a des Corps qui échauffés par le mouvement & la fermentation , jettent quantité de fumée lorsque la chaleur parvient à un degré considérable : si ces Corps exhalent quantité de fumée , & si la chaleur en est assez violente ; cette fumée brillera , & se changera en Flamme. Les Metaux en fusion ne jettent point de Flamme , faute d'une  
fumée

Fumée abondante , excepté le Zain , qui jette quantité de fumée , & qui par cela même s'enflamme. Tous les Corps qui s'enflamment , comme l'Huile , le Suif , la Cire , le Bois , les Charbons de terre , la Poix , le Souffre , sont consumés par leur Flamme , & se dissipent en une fumée ardente. Dès que la Flamme est éteinte , cette Fumée devient fort épaisse & visible , & répand quelquefois une odeur très-forte : mais dans la Flamme , elle perd son odeur en brûlant. Selon la nature de la Fumée , la Flamme est de différentes Couleurs : ainsi la Flamme du Souffre est Bleuë ; celle du Cuivre dissous par du Sublimé , est Verte ; celle du Suif , Jaune ; & celle du Camphre , Blanche. La Fumée en passant à travers la Flamme , ne peut que devenir ardente ; & une Fumée ardente ne peut avoir qu'une apparence de Flamme. Lorsque la Poudre-à-canon prend feu , elle se dissipe en fumée enflammée : car le Charbon & le Souffre prennent aisément feu , & embrasent le Nitre ; & par ce moyen l'Esprit de Nitre étant rarefié en vapeur , éclate avec explosion à peu près de la même manière que la vapeur de l'Eau sort de l'Eolipyle ; le Souffre , qui est volatil aussi , se change de même en Vapeur , & augmente l'Explosion. D'ailleurs , la Vapeur acide du Souffre ( sur tout celle qui s'en va en Huile de Souffre par la distillation sous la Cloche ) entrant avec violence dans la partie fixe du

Nitre, en détache l'Esprit de Nitre, & produit une grande fermentation par où la chaleur est augmentée, & la partie fixe du Nitre est rarefiée en fumée; ce qui rend l'explosion plus forte & plus prompte. Car si l'on mêle du Sel de Tartre avec de la Poudre à canon, & que ce mélange soit échauffé jusqu'à prendre feu, l'explosion sera plus violente & plus prompte que celle de la Poudre à canon toute seule; ce qui ne peut être causé que par l'action de la Poudre à canon sur le Sel de Tartre, par où ce Sel est rarefié. L'explosion de la Poudre à canon vient donc de l'action violente par laquelle tout le mélange qui compose cette Poudre, étant subitement & fortement échauffé, est rarefié, & converti en une fumée ou vapeur, qui acquérant par la violence de cette action un degré de chaleur qui la fait briller, paroît en forme de Flamme.

#### QUESTION XI.

LES CORPS d'un grand volume ne conservent-ils pas plus long-temps leur chaleur, parce que leurs parties s'échauffent réciproquement? Et un Corps vaste, dense & fixe, étant une fois échauffé au delà d'un certain degré, ne peut-il pas jeter de la Lumiere en telle abondance, que par l'émission & la réaction de sa Lumiere, par les Reflexions & les Refractions de ses Rayons au dedans de ses pores, il devienne toujours plus chaud, jusqu'à ce qu'il

parviennent à un certain degré de chaleur, qui égale la chaleur du Soleil ? Le Soleil & les Etoiles Fixes, ne sont-ce point de vastes Terres violemment échauffées, dont la chaleur se conserve par la grosseur de ces Corps, & par l'action & la réaction réciproque entre eux & la Lumière qu'ils jettent ; leurs parties étant d'ailleurs empêchées de s'évaporer en fumée, non seulement par leur fixité, mais encore par le vaste poids & la grande densité des Atmospheres qui pesant sur eux de tous côtés, les compriment très-fortement, & condensent les Vapeurs & les Exhalaisons qui s'élevent de ces Corps-là ? Car si l'on échauffe modérément de l'Eau dans un Vase transparent, dont on a tiré l'Air, cette Eau bouillira dans le *Vuide* avec autant de violence qu'elle feroit en plein Air dans un Vase mis sur un Feu qui lui donneroit un beaucoup plus grand degré de Chaleur : la raison de cela, c'est qu'en plein Air le poids de l'Atmosphere qui pese dessus, déprime les Vapeurs, & empêche que l'Eau ne bouille avant que d'être devenue beaucoup plus chaude qu'il n'est nécessaire pour qu'elle bouille actuellement dans le *Vuide*. De même un mélange d'Etain & de Plomb, mis sur un Fer Rouge dans le *Vuide*, jette de la fumée & de la flamme ; mais en plein Air ce même mélange ne jette aucune fumée visible, à cause de l'Atmosphere qui pese immédiatement dessus. C'est ainsi que le grand poids de l'Atmos-

phere dont le Globe du Soleil est environné, peut empêcher que des Corps ne s'élevent & ne s'échappent du Soleil en Vapeurs & en fumée, si ce n'est par le moyen d'une beaucoup plus grande chaleur que celle qui sur la Surface de notre Terre les réduiroit facilement en vapeurs & en fumée. Ce même poids peut aussi condenser les Vapeurs & les Exhalaisons qui échappent du Corps du Soleil, dès qu'elles commencent à s'élever, & les faire retomber aussitôt dans le Soleil; & augmenter par là sa chaleur à peu près de la même manière que sur notre Terre, l'Air augmente le feu de nos Cheminées. Enfin, le même poids peut empêcher que le Globe du Soleil ne diminue, si ce n'est par l'émission de la Lumière, & d'une très-petite quantité de Vapeurs & d'Exhalaisons.

## QUESTION XII.

LES RAYONS de Lumière venant à tomber sur le fond de l'Oeil, n'excitent-ils pas dans la Retine des Vibrations qui, étant continuées le long des fibres solides des Nerfs optiques jusques dans le cerveau, causent la Sensation de la Veüe? Car par la raison que les Corps denses conservent long-temps leur chaleur, & que les plus denses la conservent le plus long-temps; les vibrations de leurs parties sont durables de leur nature, & peuvent par conséquent être continuées à une grande distance le long des fibres

solides d'une matiere dense & uniforme , pour transmettre dans le Cerveau les impressions qui se font sur tous les organes des Sens : puisqu'un mouvement , qui peut continuer long-temps dans une seule & même partie d'un Corps , peut aussi être communiqué d'une partie à l'autre dans un long espace , supposé que le Corps soit homogène ; de sorte que le mouvement ne puisse point être réfléchi , ni rompu , interrompu ou dérangé par aucune inégalité dans ce Corps.

QUESTION XIII.

DES RAYONS de différentes especes ne produisent-ils pas des vibrations de différentes grandeurs , lesquelles vibrations excitent , selon leurs grandeurs , des Sensations de différentes Couleurs , à peu près de la même maniere que les vibrations de l'Air causent , selon leurs différentes grandeurs , des Sensations de différents Sons ? Et en particulier , les Rayons les plus refrangibles ne produisent-ils pas les plus courtes vibrations pour exciter la Sensation d'un Violet foncé ; les moins refrangibles , les vibrations les plus étendues pour causer la Sensation d'un Rouge foncé ; & les différentes especes de Rayons intermedits , les vibrations de différentes grandeurs intermedites pour exciter les Sensations des différentes Couleurs intermedites ?

## QUESTION XIV.

L'HARMONIE & la discordance des Couleurs, ne pouroient-elles pas venir des proportions des vibrations continuées jusque dans le Cerveau le long des fibres des Nerfs Optiques, comme l'harmonie & la dissonance des Sons viennent des proportions des vibrations de l'Air ? Car il y a certaines Couleurs qui regardées ensemble, assortissent fort bien, comme celles de l'Or & de l'Indigo ; & d'autres qui n'assortissent aucunement ensemble.

## QUESTION XV.

LES IMAGES des Objets vus des deux yeux, ne s'unissent-elles pas dans l'endroit où les Nerfs Optiques se rencontrent avant que d'entrer dans le Cerveau, les Fibres du côté droit des deux Nerfs se réunissant là, & allant ensuite conjointement au Cerveau par le Nerve qui est au côté droit de la Tête ; & les Fibres du côté gauche des deux Nerfs se réunissant aussi au même endroit, & allant ensuite conjointement au Cerveau par le Nerve qui est au côté gauche de la Tête : ces deux derniers Nerfs se trouvant tellement unis ensemble dans le Cerveau, que leurs Fibres n'y tracent qu'une seule Image entière, dont la moitié, qui est au côté droit du *Sensorium*, vient du côté droit des deux Yeux par le côté droit des deux Nerfs

Optiques à l'endroit où ces Nerfs se réunissent, & de là dans le Cerveau par le côté droit de la Tête ; & l'autre moitié, qui est au côté gauche du *Sensorium*, vient de la même manière du côté gauche des deux Yeux ? Car les Nerfs optiques des Animaux qui des deux yeux regardent du même côté, (comme font les Hommes, les Chiens, les Brebis, les Bœufs, &c.) se réunissent avant que d'entrer dans le Cerveau, au lieu que les Nerfs Optiques des Animaux qui ne regardent pas des deux Yeux du même côté, (comme les Poissons & le Cameleon) ne se réunissent point, si j'ai été exactement informé du Fait.

QUESTION XVI.

Si dans l'obscurité l'on presse le coin de l'Oeil avec le doigt, & qu'en même-temps on tourne l'Oeil du côté opposé, on voit un Cercle de Couleurs fort semblables à celles qui paroissent dans les Plumes de la queue d'un Paon. Si l'on tient l'Oeil & le Doigt en repos, ces Couleurs disparaissent en une seconde de temps ; mais si l'on remue le doigt avec un mouvement tremblottant, elles paroissent encore. Ces Couleurs ne procedent-elles point de mouvements excités dans le fond de l'Oeil par la pression & l'agitation du Doigt, pareils à ceux que la Lumière y produit en d'autres rencontres pour exciter le sentiment de la Vision ? Et ces mouvements une fois produits, ne continuent-ils pas

environ une seconde de temps avant que de finir? Lorsqu'en recevant un coup sur l'Oeil, on voit un éclat de Lumiere, ce coup ne produit-il pas de semblables mouvements sur la Retine? Et lorsqu'un Charbon de feu, tourné rapidement en rond, fait paroître toute la circonférence de ce rond comme un Cercle de feu: n'est-ce pas à cause que les mouvements excités par des Rayons de Lumiere dans le fond de l'Oeil, étant de nature à durer, continuent jusqu'à ce que le Charbon de feu, allant en rond, retourne au point d'où il étoit parti? Et vû la durée des mouvements excités par la Lumiere dans le fond de l'Oeil, ces mouvements ne sont-ils pas des especes de vibrations?

#### QUESTION XVII.

Si l'on jette une Pierre dans un Etang, les ondes qu'elle y excite, continuent quelque-temps à s'élever dans l'endroit où la Pierre est tombée dans l'Eau; & de là se répandent en Cercles concentriques sur la Surface de l'Etang à de grandes distances. Les vibrations excitées dans l'Air par la percussion, continuent aussi un peu de temps à se mouvoir en Spheres concentriques depuis l'endroit de la percussion jusqu'à de grandes distances. De même, lorsqu'un Rayon de Lumiere vient à tomber sur la Surface de quelque Corps pellucide, & qu'il y est rompu ou reflechi, ne peut-il pas être que des

Ondes

Ondes de vibrations ou de tremouffements soient par là excitées au point d'Incidence dans le Milieu rompant ou reflechissant ; qu'elles continuent à s'élever en cet endroit ; & que tout autant qu'il s'en éleve , elles soient continuées de là à de grandes distances ? Ne se peut-il pas aussi que de pareilles vibrations soient excitées dans le fond de l'Oeil par la pression ou le tremouffement du Doigt , ou par la Lumiere qui vient du Charbon de feu dans les Experiences dont il a été fait mention ci-dessus ? Or les vibrations qui sont ainsi continuées depuis le point d'Incidence jusqu'à de grandes distances , n'atteignent-elles pas les Rayons de Lumiere ? & en les atteignant successivement , ne leur communiquent-elles pas ces *accès de facile Reflexion* , & de *facile Transmission* qui ont été décrits \* ci-dessus ? Car si les Rayons font effort pour s'éloigner de la partie la plus dense de la vibration , ils peuvent être alternativement accelerés & retardés par les vibrations qui les atteignent.

\* Pag.  
331. &c.

QUESTION XVIII.

SI après avoir suspendu dans deux larges & longs Vases de Verre cylindriques renversés , deux petits Thermometres , de sorte qu'ils ne touchent point les Vases ; & qu'après avoir tiré l'Air d'un de ces Vases , on les transporte tous deux d'un lieu froid dans un lieu

chaud : le Thermometre qui est dans le *Vuide*, deviendra aussi chaud, & presque aussi-tôt que le Thermometre qui n'est pas dans le *Vuide*. Si l'on rapporte ensuite les deux Vases dans le lieu froid, le Thermometre qui est dans le *Vuide*, se refroidira presque aussi-tôt que l'autre. La chaleur du lieu chaud n'est-elle pas communiquée à travers le *Vuide* par les vibrations d'un Milieu beaucoup plus subtil que l'Air, lequel Milieu reste dans le *Vuide* après qu'on en a pompé l'Air? Et ce Milieu n'est-il pas le même que le Milieu qui rompt & reflechit la Lumiere, & par les vibrations duquel la Lumiere échauffe les Corps, & est mise dans des *accès de facile Reflexion*, & de *facile Transmission*? Les vibrations de ce Milieu ne contribuent-elles pas à la vehemence & à la durée de leur chaleur? Et les Corps chauds ne communiquent-ils pas leur chaleur aux Corps froids contigus, par les vibrations de ce Milieu, continuées des Corps chauds dans les Corps froids? Ce Milieu n'est-il pas excessivement plus rare & plus subtil que l'Air, & excessivement plus élastique & plus actif? Ne penetre-t-il pas facilement tous les Corps? & par sa force élastique ne se répand-t-il point dans tous les Cieux?

#### QUESTION XIX.

LA Refraction de la Lumiere ne provient-elle pas de l'inégalité des densités de ce *Milieu étherée*, lesquelles different selon les differents

endroits, la Lumiere s'éloignant toûjours des parties du Milieu qui sont les plus denses? Et sa densité n'est-elle pas plus grande dans les Espaces libres & vuides d'Air, & d'autres Corps plus grossiers, que dans les Pores de l'Eau, du Verre, du Crystal, des Pierres précieuses, & d'autres Corps compacts? Car lorsque la Lumiere passe au travers du Verre ou du Crystal, & que tombant fort obliquement sur la Surface du Verre la plus éloignée, elle est totalement reflechie; cette Reflexion totale doit plutôt venir de la densité & de la vigueur du Milieu qui est hors du Verre & au delà du Verre, que de sa rareté & de sa foiblesse.

QUESTION XX.

CE Milieu étherée passant de l'Eau, du Verre, du Crystal, & d'autres Corps denses & compacts, dans des Espaces vuides, ne devient-il pas toûjours plus dense par degrés, & ne rompt-il pas par ce moyen les Rayons de Lumiere, non dans un Point, mais en les pliant peu-à-peu en Lignes courbes? Et la condensation graduelle de ce Milieu ne s'étend-elle pas à quelque distance des Corps, & ne produit-elle pas par là les Inflexions des Rayons de Lumiere, qui passent près des extrémités des Corps denses à quelque distance de ces Corps?

## QUESTION XXI.

CE Milieu n'est-il pas plus rare dans les Corps denses du Soleil, des Etoiles, des Planètes, & des Comètes, que dans les Espaces Celestes vuides qui sont entre ces Corps là ? Et en passant de ces Corps dans des Espaces fort éloignés, ce Milieu ne devient-il pas continuellement plus dense, & par là n'est-il pas cause de la *gravitation* réciproque de ces vastes Corps, & de celle de leurs parties vers ces Corps mêmes ; chaque Corps faisant effort pour aller des parties les plus denses du Milieu vers les plus rares ? Car si ce Milieu est plus rare au dedans du Corps du Soleil qu'à sa Surface ; & plus rare à sa Surface qu'à un centième de pouce de son Corps ; & plus rare là qu'à un cent-cinquantième de pouce de son Corps ; & plus rare à ce cent-cinquantième de pouce que dans l'*Orbe de Saturne* : je ne vois pas pourquoi l'accroissement de densité devrait s'arrêter en aucun endroit, & n'être pas plutôt continué à toutes les distances, depuis le Soleil jusqu'à Saturne, & au delà. Et quoique cet accroissement de densité puisse être excessivement lent à de grandes distances, cependant si la force élastique de ce Milieu est excessivement grande, elle peut suffire à pousser les Corps des parties les plus denses de ce Milieu vers les plus rares, avec toute cette puissance que nous appellons *Gravité*. Or que la force élastique de

ce Milieu soit excessivement grande, c'est ce qu'on peut inferer de la vîtesse de ses vibrations. Le Son parcourt environ 1140 pieds d'Angleterre dans le temps d'une seconde; & environ cent Milles d'Angleterre en 7 ou 8 minutes. La Lumiere est transmise du Soleil jusqu'à nous environ \* dans 7 ou 8 minutes, c'est-à-dire qu'elle parcourt une distance d'environ 70000000 Milles d'Angleterre, supposé que la Parallaxe horizontale du Soleil soit environ 12". Et afin que les vibrations de ce Milieu puissent produire les accès alternatifs de facile Transmission & de facile Reflexion, elles doivent être plus promptes que la Lumiere; & par conséquent plus de 700000 fois plus promptes que le Son. Donc la force élastique de ce Milieu doit être, à proportion de sa densité, plus de 700000 \* 700000 (c'est-à-dire, plus de 490000000000) fois plus grande que n'est la force élastique de l'Air, à proportion de sa densité. Car les vîtesse des vibrations des Milieux élastiques, sont en raison soudoublée des Elasticités & des Raretés des Milieux prises ensemble.

\* Pag.  
336. Prop.  
11.

Comme l'Attraction est plus forte dans les petits Aimants que dans les grands, à proportion de leurs masses; que la gravité est plus grande dans les Surfaces des petites Planettes que dans les Surfaces des grandes Planettes, à proportion de leurs masses; & que les petits Corps sont beaucoup plus agités par l'attraction

électrique, que les grands Corps : de même la petitesse des Rayons de Lumiere peut extrêmement contribuer à la puissance de l'Agent par lequel ces Rayons sont rompus. Ainsi, si l'on suppose que l'*Ether*, comme notre Air, soit composé de particules qui tâchent à s'écarter les unes des autres, ( car je ne sçai ce que c'est que cet *Ether* ) & que ses particules soient excessivement plus petites que celles de l'Air, ou même que celles de la Lumiere ; l'excessive petitesse de ses particules peut contribuer à la grandeur de la force par laquelle ces particules peuvent s'écarter les unes des autres ; & par là rendre ce Milieu excessivement moins capable de résister au mouvement des Corps jettés, & excessivement plus capable de presser les Corps grossiers par l'effort qu'il fait pour se dilater.

### QUESTION XXII.

LES Planetes & les Cometes, & tous les Corps massifs ne peuvent-ils pas se mouvoir plus librement, & trouver moins de résistance dans ce Milieu étherée, que dans aucun Fluide qui rempliroit exactement tout l'Espace sans laisser aucun pore ; & qui par conséquent seroit beaucoup plus dense que le Vif-argent ou l'Or ? Et la résistance de ce Milieu ne peut-elle pas être si petite qu'elle ne soit d'aucune considération ? Par exemple, si cet *Ether* ( car c'est ainsi que je le nommerai ) étoit supposé 700000 fois

plus élastique que notre Air, & plus de 700000 fois plus rare, sa résistance seroit plus de 600000000 fois moindre que celle de l'Eau; & une si petite résistance causeroit à peine aucune alteration sensible dans les mouvements des Planetes en dix mille ans. Si quelqu'un s'avoit de me demander comment un Milieu peut être si rare; qu'il me dise, lui-même, comment dans les parties superieures de l'Atmosphere l'Air peut être plus de mille fois cent mille fois plus rare que l'Or. Qu'il me dise aussi comment la friction peut faire évaporer d'un Corps électrique une exhalaison si rare & si subtile, (quoique si puissante) qu'elle ne cause aucune diminution sensible dans le poids du Corps électrique; & que se répandant dans une Sphere de plus de deux pieds de diametre, (& quelques fois même de plus de six pieds) elle soit pourtant capable d'agiter & d'élever une feuille de Cuivre ou d'Or, à plus d'un pied de distance du Corps électrique. Qu'il me dise encore comment la Matiere magnetique peut être si rare & si subtile, que sortant d'un Aimant elle passe au travers d'une Plaque de Verre, sans aucune résistance ou diminution de ses forces, & si puissante pourtant qu'elle fasse tourner une Aiguille aimantée au delà du Verre.

QUESTION XXIII.

LA Vision n'est-elle pas principalement pro-

duite par les Vibrations de ce Milieu, excitées dans le fond de l'Oeil par les Rayons de Lumière, & continuées par les fibrilles solides, diaphanes, & uniformes des Nerfs Optiques jusqu'au lieu des Sensations? L'Oüie n'est-elle pas aussi produite par les Vibrations de ce Milieu, ou de quelqu'autre, excitées dans les Nerfs acoustiques par les trémouffements de l'Air, & continuées aussi par les fibrilles solides, diaphanes, & uniformes de ces Nerfs jusqu'au lieu des Sensations? & ainsi des autres Sens.

#### QUESTION XXIV.

LE mouvement animal n'est-il pas produit par les vibrations de ce Milieu, excitées dans le Cerveau par la puissance de la Volonté, & continuées delà par les fibrilles solides, diaphanes, & uniformes des Nerfs jusqu'aux muscles pour les contracter & les dilater? Je suppose que les fibrilles des Nerfs sont, chacune à part, solides & uniformes; & que les vibrations du Milieu étherée peuvent être continuées le long de ces fibrilles d'un bout à l'autre, d'une manière uniforme, & sans aucune interruption: car les obstructions dans les Nerfs produisent des paralysies. Et afin que ces fibrilles puissent être suffisamment uniformes, je suppose qu'on les trouve pellucides, chacune à part, quoique les Reflexions qui se font sur leurs Surfaces cylindriques, puissent faire paroître le Nerveau entier,

tier, (lequel est composé de plusieurs fibrilles) opaque & blanc : car l'opacité provient des Surfaces réfléchissantes tellement disposées qu'elles peuvent troubler & interrompre les mouvements de ce Milieu étheré.

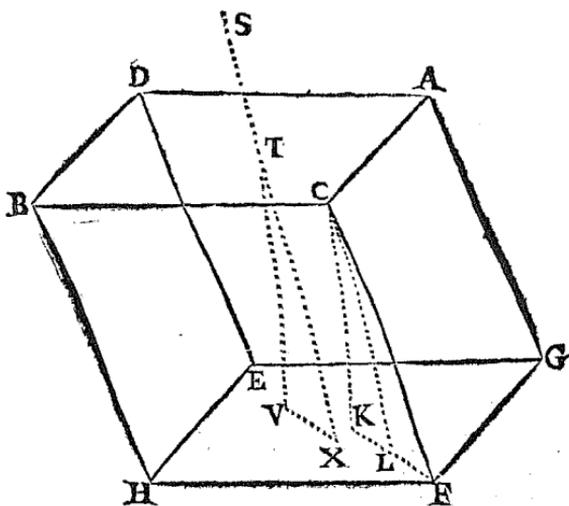
QUESTION XXV.

LES Rayons de Lumiere n'ont-ils point d'autres propriétés originaires, outre celles dont j'ai donné la description ? Nous avons un exemple d'une autre propriété originaire dans la Refraction du *Crystal d'Islande*, décrit premierement par *Erasme Bartholin*, & ensuite plus exactement par *M. Huygens*, dans son *Traité de la Lumiere*. \* Ce Crystal est une Pierre transparente, qui se fend aisément, claire comme l'Eau ou le Crystal de roche, & sans aucune Couleur ; qui peut être rougie au feu sans rien perdre de sa transparence, & qui dans un feu très-violent se calcine sans se fondre. Ce Crystal trempé un ou deux jours dans l'Eau, perd son poli naturel ; Frotté contre un morceau de Drap, il attire, comme l'Ambre & le Verre, des brins de paille, & autres choses legeres ; & si l'on verse de l'Eau-forte dessus, il fait ébullition : il semble que c'est une espece de Talc. Il a la figure d'un Parallelopipede oblique, avec six côtés parallelogrammes, & huit Angles solides. Les Angles Obtus de ces Parallelogrammes sont de 101 de-

526 *Traité d'Optique, sur la Lumière*  
grés, 52 minutes; & les Aigus, de 78 degrés,  
8 minutes. Deux des Angles solides opposés l'un  
à l'autre, comme *C* & *E*, sont chacun \* composés  
de trois de ces Angles obtus; & les six autres  
sont chacun composés de deux Angles aigus  
& d'un obtus. Ce Crystal se fend suivant des  
plans paralleles à un de ses côtés quelconques,  
& non suivant aucun autre plan. La Surface lus-  
trée & polie qu'il reçoit en se fendant, n'est  
pas parfaitement plane: elle a quelque petite  
inégalité. Il est aisément fillonné; & parce qu'il  
est tendre, il ne se polit qu'avec beaucoup de  
peine. On le polit mieux en le frottant sur une  
glace de Miroir, que sur du Metal; & peut-être  
encore mieux sur de la Poix, du Cuir ou du  
Parchemin. Il faut ensuite le froter avec un  
peu d'huile ou de blanc d'œuf, pour remplir  
les petits fillons qui restent sur sa Surface; ce  
qui le rendra fort transparent & fort poli: mais  
en plusieurs Experiences, il n'est pas nécessaire  
de le polir. Si l'on met une piece de ce Crystal  
sur un Livre imprimé, chaque lettre qu'on  
verra à travers, paroîtra double en vertu d'une  
double Refraction. Et si un Trait de Lumière  
tombe perpendiculairement, ou sous un Angle  
oblique quelconque, sur une des Surfaces de ce  
Crystal, il se partage en deux Traits en vertu  
de cette même double Refraction: ces deux  
Traits sont de la même Couleur que le Trait

\* Voyez la Figure suivante.

incident , & paroissent égaux en quantité de Lumiere , ou à fort peu de chose près. L'une de ces Refractions se fait selon les Regles ordinaires de l'Optique : le Sinus d'Incidence , de l'Air dans ce Crystal-ci, y étant au Sinus de Refraction , comme 5 à 3. Pour l'autre Refraction , qui peut être appelée *Refraction extraordinaire* , elle se fait selon la Regle suivante.



Soit  $ADBC$  , la Surface refringente du Crystal ;  $C$  , le plus grand Angle solide sur cette Surface ;  $GEHF$  , la Surface opposée ; &  $CK$  , une perpendiculaire à cette Surface : cette perpendiculaire fait avec le bord du Crystal  $CF$  , un Angle de 19 degrés , 3'. Joignés  $KF$  , sur laquelle prenez  $KL$  , de sorte que l'Angle  $KCL$  soit de 6 degrés , 40' ; & l'Angle  $LCF$  , de 12 degrés , 23'. Si  $ST$  represente un Trait quelconque de Lumiere , tombant en  $T$  selon un Angle

quelconque sur la Surface réfringente  $ADBC$  ; soit  $TV$  le Trait rompu déterminé par la proportion donnée des Sinus 5 à 3, selon les Regles ordinaires de l'Optique. Tirez la Ligne  $VX$  parallele & égale à  $KL$  : tirez-la de sorte que  $X$  par rapport à  $V$ , soit posé du même côté que  $L$  par rapport à  $K$  ; & joignant  $TX$ , cette Ligne  $TX$  sera l'autre Trait rompu mené de  $T$  en  $X$ , par la Réfraction extraordinaire.

Si donc le Trait incident  $ST$  est perpendiculaire à la Surface réfringente, les deux Traits  $TV$  &  $TX$ , en quoi il sera partagé en se rompant, seront paralleles aux Lignes  $CK$  &  $CL$ , l'un de ces Traits allant perpendiculairement au travers du Crystal, comme il doit faire selon les Regles ordinaires de l'Optique ; & l'autre  $TX$ , divergeant de la perpendiculaire par une Réfraction extraordinaire, & faisant avec elle un Angle  $VTX$  d'environ 6 degrés &  $\frac{2}{3}$ , comme cela se verifie par l'Experience. Et dès-là le Plan  $VTX$ , & tels autres Plans qui sont paralleles au Plan  $CFK$ , peuvent être nommés les *Plans à Réfraction perpendiculaire*, & la Plage vers laquelle sont tirées les Lignes  $KL$  &  $VX$ , peut être nommée la *Plage à Réfraction extraordinaire*.

- Le Crystal de Roche a pareillement une double Réfraction ; mais la difference de ses deux Réfractions n'est pas si grande ni si évidente que dans le Crystal d'Islande.

Lorsque le Trait de Lumière  $ST$ , tombant

sur le Crystal d'Islande, est partagé en deux Traits  $TV$  &  $TX$ ; & que ces deux Traits arrivent à la dernière Surface du Crystal, le Trait  $TV$ , qui avoit été rompu à la première Surface, de la maniere ordinaire, fera encore rompu précisément de la maniere ordinaire à la seconde Surface; & le Trait  $TX$ , qui avoit été rompu dans la première Surface, de la maniere extraordinaire, fera encore rompu précisément de la maniere extraordinaire dans la seconde Surface: de sorte que ces deux Traits sortiront de la seconde Surface en lignes paralleles au premier Trait incident  $ST$ .

Du reste, si deux Morceaux de Crystal d'Islande sont placés l'un après l'autre, de telle maniere que toutes les Surfaces du dernier Morceau soient paralleles à toutes les Surfaces correspondantes du premier; les Rayons, qui sont rompus de la maniere ordinaire dans la première Surface du premier Crystal, seront rompus de la maniere ordinaire dans toutes les Surfaces suivantes; & les Rayons, qui sont rompus de la maniere extraordinaire dans la première Surface, seront aussi rompus de la maniere extraordinaire dans toutes les Surfaces suivantes. La même chose arrive encore, de quelque maniere que les Surfaces des Crystaux soient inclinées l'une à l'autre, pourvu que leurs Plans de *Refraction perpendiculaire* soient paralleles entr'eux.

Il y a donc dans les Rayons de Lumiere une

530 *Traité d'Optique, sur la Lumiere,*  
différence originaire, en vertu de laquelle  
quelques Rayons sont dans cette Experience  
constamment rompus de la maniere ordinaire,  
& d'autres constamment rompus de la maniere  
extraordinaire. Car si la différence n'étoit pas  
originaire, mais qu'elle vînt de quelques nou-  
velles modifications communiquées aux Rayons  
dans leur premiere Refraction, elle seroit chan-  
gée par de nouvelles modifications dans les  
trois Refractions suivantes. Mais elle ne souffre  
aucune altération : elle est constante, & pro-  
duit toujous le même effet sur les Rayons dans  
toutes les Refractions. La Refraction extraordi-  
naire est donc produite par une propriété natu-  
relle aux Rayons. Et il reste à rechercher en-  
core, si les Rayons n'ont point plus de proprié-  
tés originaires qu'on n'en a découvert jusqu'ici.

#### QUESTION XXVI.

LES Rayons de Lumiere n'ont-ils pas diffé-  
rents côtés, doiés de différentes propriétés ori-  
ginaires ? Car si les Plans à Refraction perpen-  
diculaire du second Crystal, sont à Angles  
droits avec les Plans à Refraction perpendicu-  
laire du premier Crystal : les Rayons qui sont  
rompus de la maniere ordinaire en passant à  
travers le premier Crystal, seront tous rompus  
de la maniere extraordinaire en passant à tra-  
vers le second Crystal ; & les Rayons qui sont  
rompus de la maniere extraordinaire en passant

à travers le premier Crystal , seront tous rompus de la maniere ordinaire en passant à travers le second Crystal. Il n'y a donc pas deux especes de Rayons qui de leur nature different entr'eux , dont l'une se rompe constamment , & en toutes sortes de positions de la maniere ordinaire ; & l'autre se rompe constamment , & en toutes sortes de positions de la maniere extraordinaire. Les deux sortes de Rayons dont il est parlé dans l'Experience mentionnée dans la QUESTION XXV<sup>me</sup> ne différoient que par la situation où se trouvoient les côtés des Rayons , par rapport aux Plans à Refraction perpendiculaire. Car dans l'Experience qui fait le sujet du présent Article , un seul & même Rayon se rompt quelquefois de la maniere ordinaire , & quelquefois de la maniere extraordinaire , selon la position où sont ses côtés à l'égard des Crystaux. Si le même côté du Rayon est posé de la même maniere par rapport aux deux Crystaux , le Rayon se rompt de la même maniere dans les deux Crystaux. Mais si le côté du Rayon qui est tourné vers la Plage de la Refraction extraordinaire du premier Crystal , est à 90 degrés de la Plage de la Refraction extraordinaire du second Crystal , ( ce qui peut être effectué en variant la position du second Crystal par rapport au premier , & dès-là par rapport aux Rayons de Lumiere ) en ce cas-là le Rayon sera différemment rompu dans

les différents Crystals. Pour déterminer si les Rayons de Lumière qui tombent sur le second Crystal, doivent être rompus de la manière ordinaire ou extraordinaire, il ne faut que tourner le Crystal de telle sorte que la Plage de la Réfraction extraordinaire de ce Crystal, soit de ce côté-ci ou de ce côté-là du Rayon. Par conséquent chaque Rayon peut être considéré comme ayant quatre côtés, deux desquels opposés l'un à l'autre, inclinent le Rayon à être rompu de la manière extraordinaire toutes les fois que l'un ou l'autre est tourné vers la Plage de la Réfraction extraordinaire; & les deux autres ne l'inclinent point à être autrement rompu que de la manière ordinaire, quoique tournés l'un ou l'autre vers la Plage de la Réfraction extraordinaire. On peut donc appeler les deux premiers, *les côtés à Réfraction extraordinaire*; & les deux autres, *les côtés à réfraction ordinaire*. Donc aussi, puisque ces dispositions se trouvoient dans les Rayons avant leur incidence sur la seconde, la troisième & la quatrième Surface des deux Crystals, & ne recevoient aucune altération, (s'il en faut croire les apparences) par la Réfraction des Rayons durant leur passage au travers de ces Surfaces; & que les Rayons se rompoient suivant ces mêmes Loix dans toutes les quatre Surfaces: il est évident que ces dispositions étoient originairement dans les Rayons; qu'elles ne souffroient aucune altération par la première

Réfraction;

Refraction, & que c'est en vertu de ces dispositions que les Rayons étoient rompus en tombant sur la premiere Surface du premier Crystal, les uns de la maniere ordinaire, & les autres de la maniere extraordinaire, selon que leurs côtés à Refraction extraordinaire, étoient alors tournés vers la *Plage de la Refraction extraordinaire* de ce Crystal, ou à côté de cette Plage.

Chaque Rayon de Lumiere a donc deux côtés opposés, doiés originairement d'une propriété d'où dépend la Refraction extraordinaire, & deux autres côtés opposés qui n'ont pas cette propriété. Il reste encore à rechercher si la Lumiere n'a pas d'autres propriétés, en vertu desquelles les côtés de ses Rayons différent & sont réellement distingués entr'eux.

Dans l'explication que j'ai donnée ci-dessus de la difference qu'il y a entre les côtés des Rayons de Lumiere, j'ai supposé que ces Rayons tombent perpendiculairement sur le premier Crystal; mais s'ils tombent obliquement, l'évenement est le même. Les Rayons qui sont rompus de la maniere ordinaire dans le premier Crystal, seront rompus de la maniere extraordinaire dans le second, supposé que les *Plans à Reflexion perpendiculaire* soient entr'eux à Angles droits, comme ci-dessus: & au contraire, les Rayons qui sont rompus de la maniere extraordinaire dans le premier Crystal, seront rompus de la maniere ordinaire dans le second.

Si les Plans à Refraction perpendiculaire des deux Cryftaux, ne font ni paralleles, ni perpendiculaires l'un à l'autre, mais font entr'eux un Angle aigu; les deux Traits de Lumiere qui fortent du premier Cryftal, feront chacun partagés en deux autres, à leur entrée dans le fecond Cryftal. Car en ce cas, les Rayons auront dans chacun des deux Traits, quelques-uns leurs côtés à Refraction extraordinaire, & quelques autres leurs autres côtés, tournés vers la *Plage de la Refraction extraordinaire* du fecond Cryftal.

### QUESTION XXVII.

LES Hypothefes qu'on a inventées jufqu'ici pour expliquer les Phenomenes de la Lumiere par de nouvelles modifications des Rayons, ne font-elles pas toutes mal fondées? puisque ces Phenomenes ne dépendent d'aucune nouvelle modification des Rayons, comme on l'a fuppofé, mais de leurs proprietés originales & immuables.

### QUESTION XXVIII.

TOUTES les Hypothefes qui font confister la Lumiere dans une preffion ou dans un mouvement continué au travers d'un Milieu fluide, ne font-elles pas erronées? puisque dans toutes ces Hypothefes on a expliqué jufqu'ici les Phenomenes de la Lumiere en fuppofant qu'ils font produits par de nouvelles modifications des

Rayons : supposition directement fautive.

Si la Lumiere ne consistoit que dans une pression continuée sans un mouvement actuel, elle ne seroit pas capable d'agiter & d'échauffer les Corps qui la rompent & la reflechissent. Si elle consistoit dans un mouvement, qui en un instant fût communiqué à toutes sortes de distances, il faudroit que chaque partie lumineuse eût à chaque instant une force infinie pour produire ce mouvement. Et si la Lumiere consistoit dans une pression ou dans un mouvement communiqué à travers un Milieu fluide, ou dans un instant, ou dans un certain intervalle de temps; elle se plieroit vers l'Ombre: car une pression ou un mouvement ne peut être continué dans un Fluide en ligne droite au delà d'un Obstacle qui arrête une partie de ce mouvement; mais doit se plier & se répandre de tous côtés dans le Milieu qui est en repos au delà de l'Obstacle. La *gravitation* tend en bas; mais la pression de l'Eau causée par la gravitation, tend de tous côtés avec une force égale, & agit aussi aisément, & avec autant de force vers les côtés que vers le bas, & à travers les voyes obliques qu'à travers les voyes directes. Les Ondes, qui sont excitées sur la surface d'une Eau dormante, venant à passer par les côtés d'un Obstacle large qui en arrête une partie, se plient ensuite, & se dilatent par degrés dans l'Eau tranquille, derrière l'Obstacle. Les Ondulations ou vibrations

de l'Air, en quoi consiste le Son, se plient manifestement, quoiqu'elles ne se plient pas tant que les Ondes de l'Eau : car le son d'une Cloche, ou le bruit d'un Canon, peut se faire entendre au delà d'une Coline qui empêche qu'on ne vöye le Corps resonnant ; & les Sons sont transmis aussi promptement à travers des Tuyaux recourbés qu'à travers des Tuyaux droits. Mais on n'a jamais vû que la Lumiere suivît des chemins tortus, & se pliât vers l'Ombre : car par l'interposition des Planetes, les Etoiles Fixes disparoissent aussi-tôt, comme font les parties du Soleil par l'interposition de la Lune, de *Mercur*e & de *Venus*. A la vérité, les Rayons qui passent fort près des extremités de quelque Corps que ce soit, sont un peu pliés par l'action de ce Corps, comme nous l'avons montré ci-dessus : mais cette Inflexion ne se fait pas vers l'Ombre, elle ne se fait que du côté qui est opposé à l'Ombre ; & cela seulement lorsque le Rayon passe à une très-petite distance de l'extremité du Corps. Et dès que le Rayon a passé au delà du Corps, il va en droite ligne.

Personne ( que je sçache ) n'a encore tenté d'expliquer la Refraction extraordinaire du Crystal d'Islande par une communication de pression ou de mouvement, excepté M. *Huygens*, qui pour cet effet a supposé au dedans de ce Crystal deux différentes \* *émanations d'Ondes de*

\* *Traité de la Lumiere*, p. 58.

*Lumiere.* Mais lorsqu'il eut vû comment se faisoient les Refractions dans deux morceaux de ce Crystal, placés l'un au dessus de l'autre; & qu'il les eut trouvées telles qu'elles ont été représentées ci-dessus, il confessa qu'il ne lui étoit pas possible de les expliquer. Car des pressemens ou des mouvemens, qui d'un Corps lumineux sont continués au travers d'un Milieu uniforme, doivent être égaux de tous côtés, au lieu qu'il paroît par les Experiences faites sur les deux Crystaux, que dans les Rayons de Lumiere il y a differents côtés qui ont différentes propriétés. M. *Huygens* soupçonnoit que les Ondes de l'Ether, en passant par le premier Crystal, pouvoient acquerir certaines formes ou modifications qui pouvoient les déterminer à être continuées au dedans du second Crystal, dans l'un ou l'autre des deux Milieux. Mais il ne pouvoit point dire quelles étoient ces modifications, ni rien imaginer de satisfaisant sur cet Article. *Mais pour dire comment cela se fait*, \* dit-il en propres termes, *je n'ai rien trouvé jusqu'ici qui me satisfasse.* S'il avoit sçû que la Refraction extraordinaire ne dépend point de nouvelles modifications, mais des dispositions originaires & immuables des Rayons, il auroit trouvé tout autant de difficulté à expliquer comment ces dispositions qu'il supposoit être imprimées dans les Rayons par le premier Crystal, pouvoient se

\* C. H. *De la Lumiere*, Ch. 5. p. 91.

rencontrer dans ces Rayons avant leur incidence sur ce Crystal ; & en général comment tous les Rayons qui sont poussés ou lancés par des Corps lumineux, peuvent avoir originairement ces dispositions là. Il me semble du moins, que c'est une chose tout-à-fait inexplicable, si la Lumiere n'est qu'une pression ou un mouvement continué au travers de l'Ether.

Il n'est pas moins difficile d'expliquer par le moyen de ces Hypotheses, comment les Rayons peuvent être alternativement dans les accès de facile Reflexion, & de facile Transmission, si ce n'est peut-être qu'on veuille imaginer que dans tout l'Espace il y a deux Milieux étherés qui ont leurs vibrations particulieres ; que les vibrations de l'un de ces Milieux constituent la Lumiere ; & que les vibrations de l'autre, étant plus rapides, toutes les fois qu'elles atteignent les vibrations du premier, les mettent dans ces accès. Mais le moyen de concevoir que deux *Ethers* dont l'un agit sur l'autre, & doit par conséquent souffrir la réaction de cet autre, puissent être répandus dans tout l'Espace, sans retarder, dissiper, disperser & brouiller leurs mouvements réciproques ? D'ailleurs, que les Cieux soient remplis de Milieux fluides, à moins que ces Milieux ne soient excessivement rares : c'est ce qu'on ne sçauroit accorder avec les mouvements réguliers & constants des Planetes & des Cometes, qui vont en tout sens au travers des

Cieux ; puisqu'il s'en suit évidemment de là, que les Espaces celestes sont privés de toute résistance sensible, & par conséquent de toute matière sensible.

Car la résistance des Milieux fluides vient en partie de l'attrition des parties du Milieu, & en partie de la force de la Matière, qu'on nomme la \* *force d'inertie*. Dans un Corps Spherique, cette partie de la résistance qui vient de l'attrition des parties du Milieu, est, à fort peu de chose près, comme le Diametre, ou tout au plus, comme le Produit du Diametre & de la vitesse de ce Corps spherique ; & l'autre partie de cette résistance, qui provient de la *force d'inertie*, est comme le Quarré de ce Produit. C'est par cette difference que ces deux especes de résistance peuvent être distinguées l'une de l'autre dans un Milieu quelconque ; & cette distinction une fois faite, on trouvera que presque toute la résistance des Corps d'une grosseur compétente, qui se meuvent avec une vitesse compétente dans l'Air, dans l'Eau, dans le Vif-argent, & autres semblables Fluides, provient de la *force d'inertie* des parties du Fluide.

\* *Vis inertia.*

Or la partie de la résistance d'un Milieu quelconque, laquelle provient de la tenacité, du frottement, ou de l'attrition des parties du Milieu, peut être diminuée en divisant la Matière en plus petites parcelles, & en rendant ces parcelles plus polies & plus glissantes. Mais l'autre

partie de cette résistance, qui naît de la *force d'inertie*, est proportionnelle à la densité de la Matière, & ne peut être amoindrie par la division de la Matière en de plus petites parcelles, ni par aucun autre moyen que par la diminution de la densité du Milieu. Et pour ces raisons, la densité des Milieux Fluides est, à fort peu de chose près, proportionnelle à leur résistance. Les Li- queurs qui ne diffèrent pas beaucoup en densité, comme l'Eau, l'Esprit de Vin, l'Esprit de Terebenthine, l'Huile chaude, ne diffèrent pas beaucoup en résistance. L'Eau est treize ou quatorze fois plus legere que le Vif-argent, & par conséquent treize ou quatorze fois plus rare : & sa résistance est moindre que celle du Vif-argent, suivant la même proportion, ou à peu près, comme je l'ai reconnu par des Experiences faites avec des Pendules. L'Air que nous respirons à découvert, est huit ou neuf cents fois plus leger que l'Eau, & par conséquent huit ou neuf cents fois plus rare ; & par cela même, sa résistance est moindre que celle de l'Eau, selon la même proportion, ou environ, comme je l'ai aussi reconnu par des Experiences faites avec des Pendules. Dans un Air plus mince, la résistance est encore moindre ; & enfin à force de rarefier l'Air, elle devient insensible. Car de petites plumes qui tombent en plein Air, trouvent une grande résistance ; mais dans un long Tuyau de Verre bien purgé d'air, elles

elles tombent avec la même vitesse que le Plomb ou l'Or, comme je l'ai éprouvé fort souvent. Il semble qu'on doit inferer de là que la résistance diminuë toujours selon la même proportion que la densité du Fluide diminuë : car je ne trouve point par aucune Experience, que les Corps qui se meuvent dans le Vif-argent, dans l'Eau, ou dans l'Air, rencontrent d'autre résistance sensible que celle qui provient de la densité, & de la tenacité de ces Fluides sensibles, comme ils feroient, si un Fluide dense & subtil remplissoit les pores de ces Fluides, & tout autre Espace. Or si dans un Vase bien vuide d'Air, la résistance n'étoit que cent fois moindre qu'en plein Air, elle y seroit environ un million de fois moindre que dans du Vif-argent. Mais elle paroît être beaucoup moindre dans un tel Vase, & beaucoup moindre encore dans les Espaces celestes, à trois ou quatre cents Milles de la Terre, ou au delà. Car M. Boyle a fait voir que l'Air peut être rarefié dans des Vaisseaux de Verre, jusqu'à devenir plus de dix mille fois plus rare qu'il ne l'est ordinairement; & les Espaces celestes sont beaucoup plus vuides d'Air qu'aucun Vuide que nous puissions faire : car l'Air étant comprimé par le poids de l'Atmosphere, & la densité de l'Air étant proportionnelle à la force qui le comprime, il s'ensuit par le calcul, qu'à la hauteur de  $7\frac{1}{2}$  Milles d'Angleterre de

notre Globe, l'Air est quatre fois plus rare que sur la Surface de ce Globe ; & qu'à la hauteur de 15 Milles , il est 16 fois plus rare que sur la Surface de la Terre ; qu'à la hauteur de  $22\frac{1}{2}$  , de 30 , ou de 38 Milles , il est respectivement 64 , 256 , ou 1024 fois plus rare ; & qu'à la hauteur de 76 , de 152 , ou de 228 Milles , il est environ 1000000 , 10000000000000 , ou 10000000000000000000 de fois plus rare , & davantage.

La chaleur contribuë beaucoup à la fluidité des Corps , en diminuant la tenacité de leurs parties. Elle rend plusieurs Corps fluides qui refroidis ne le sont point ; & elle augmente la fluidité des Liquides tenaces , comme de l'Huile , du Baume , & du Miel , & par ce moyen diminuë leur résistance. Mais la chaleur ne diminuë pas considérablement la résistance de l'Eau , comme elle le feroit , si une partie considérable de la résistance de l'Eau provenoit de l'attrition ou de la tenacité de ses parties. Donc la résistance de l'Eau vient principalement , & presque entièrement de la *force d'inertie* de la Matière. Et par conséquent , si les Espaces Célestes étoient aussi denses que l'Eau , leur résistance ne seroit guere moindre que celle de l'Eau : s'ils étoient aussi denses que le Vif-argent , leur résistance ne seroit guere moindre que celle du Vif-argent : & s'ils étoient absolument denses , ou pleins de matière sans aucun

Vuide, quelque subtile & fluide que fût cette matiere, leur résistance seroit plus grande que celle du Vif-argent. Un Globe solide perdrait dans un tel Milieu plus de la moitié de son mouvement en parcourant trois fois la longueur de son Diametre ; & un Globe qui ne seroit pas entierement solide (telles que sont les Planettes) perdrait la même quantité de mouvement en moins de temps. Donc pour asûrer les mouvements reguliers & durables des Planettes & des Cometes, il est absolument necessaire que les Cieux soient vuides de toute matiere, excepté peut-être quelques vapeurs très-legeres, ou exhalaisons qui viennent des Atmospheres de la Terre, des Planettes, & des Cometes ; & un *Milieu étheré* excessivement rare, tel que nous l'avons décrit ci-dessus. Un Fluide dense ne peut être d'aucun usage pour expliquer les Phenomenes de la Nature ; puisque sans cela l'on explique beaucoup mieux les mouvements des Planettes & des Cometes. Un tel Fluide ne serviroit qu'à confondre & à retarder les mouvements de ces grands Corps, & à faire languir toute la fabrique de la Nature : & étant introduit dans les pores des Corps, il ne serviroit qu'à arrêter les vibrations de leurs parties, en quoi consiste leur chaleur & leur activité. Et comme ce Fluide n'est d'aucun usage, & qu'il seroit obstacle aux operations de la Nature, & la rendroit languissante, aussi n'y a-t-il point de

preuve de son existence ; & par conséquent il doit être rejeté. Et s'il est rejeté, les Hypotheses qui font consister la Lumiere dans une pression, ou dans un mouvement continué au travers d'un tel Milieu, sont insoutenables.

Ce Milieu a été rejeté en effet par les plus anciens & les plus celebres Philosophes de Grece & de Phenicie, qui établirent pour premiers Principes de leur Philosophie, le Vuide, les Atomes, & la pesanteur de ces Atomes, attribuant tacitement la pesanteur à quelque autre Cause qu'à une Matiere dense. Les Philosophes modernes ont banni de leurs Speculations Physiques la consideration d'une telle Cause, imaginant des Hypotheses pour expliquer toutes choses mécaniquement, & renvoyant les autres Causes à la Metaphysique; au lieu que la grande & principale affaire qu'on doit se proposer dans la Physique, c'est de raisonner sur les Phenomenes sans le secours d'Hypotheses imaginaires; de déduire les Causes des Effets, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à la *Cause Premiere*, qui certainement n'est point mécanique; & de développer non seulement le mécanisme du Monde, mais sur tout de résoudre ces Questions & autres semblables: *Qu'est-ce qu'il y a dans les Lieux presque vuides de matiere? D'où vient la pesanteur réciproque des Planetes vers le Soleil, du Soleil vers les Planetes, & des Planetes les unes vers les autres, sans qu'il y ait de la Ma-*

ziere dense entre-deux ? D'où vient que la Nature ne fait rien en vain ? D'où procede tout cet Ordre & toute cette Beauté que nous voyons dans le Monde ? A QUELLE fin ont été faites les Cometes ? D'où vient que Les Planettes se meuvent toutes du même sens en Orbes fort excentriques suivant toutes sortes de déterminations ? Qu'est-ce qui empêche les Etoiles fixes de tomber les unes sur les autres ? D'où vient que les Corps des Animaux ont été composés avec tant d'art ; & pour quelles fins ont été formées leurs différentes parties ? L'OEIL a-t-il été fabriqué sans aucune connoissance d'Optique ; & l'Oreille, sans aucune connoissance des Sons ? COMMENT est-ce que les mouvements du Corps dépendent de la Volonté ? D'où vient l'instinct dans les Bêtes ? & Si le Sensorium des Animaux n'est pas l'endroit où la Substance sensitive est présente, & où les especes sensibles des Choses sont portées par les Nerfs & le Cerveau pour pouvoir y être apperçûes en étant immédiatement présentes à cette Substance ? Et ces choses dûëment expliquées, ne paroît-il pas par les Phenomenes, qu'il y a un Etre incorporel, vivant, intelligent, tout-present : qui dans l'Espace infini, comme si c'étoit dans son *Sensorium*, voit intimement les choses en elles-mêmes, les apperçoit, les comprend entièrement & à fond, parce qu'elles lui sont immédiatement présentes : desquelles choses ; il n'y a que les Images seules qui étant portées par les Organes des Sens dans le lieu étroit de nos Sensations, puissent être apperçûes par ce qui sent & pense en nous. Quoique chaque

546 *Traité d'Optique, sur la Lumiere,*  
pas que nous faisons réellement dans cette Philosophie, ne nous conduise pas immédiatement à la connoissance de la *Cause Première*, il nous en approche toujourns plus ; & par cette raison, c'est une maniere de philosopher très-estimable.

### QUESTION XXIX.

\* *At a distance,*  
ou *Ad distans.*

LES Rayons de Lumiere, ne sont - ce pas de fort petits Corpuscules élançés ou poussés hors des Corps lumineux ? Car de tels Corpuscules passeront fort bien à travers des Milieux uniformés en Ligne droite sans se plier vers l'Ombre, comme il arrive constamment aux Rayons de Lumiere. Ils pourront aussi avoir plusieurs propriétés, & les conserver en passant à travers différents Milieux ; ce qui convient encore aux Rayons de Lumiere. Les Corps transparents agissent \* en éloignement sur les Rayons de Lumiere en les rompant, les réfléchissant, & les pliant : les Rayons réciproquement agitent à certaine distance les particules de ces Corps pour les échauffer ; & cette action & réaction produite à certaine distance, ressemble extrêmement à l'attraction réciproque des Corps. Si la Refraction est produite par l'attraction des Rayons, il faut que les Sinus d'Incidence soient aux Sinus de Refraction en proportion donnée, comme je l'ai fait voir dans les *Principes Mathematiques de la Philosophie Naturelle* ; & cette Regle se trouve vérifiée par l'Experience. Les

Rayons de Lumiere passant du Verre dans le *Vuide*, sont pliés vers le Verre ; & s'ils tombent trop obliquement sur le *Vuide*, ils sont pliés en arriere dans le Verre, & totalement reflechis. Or cette Reflexion ne peut point être attribuée à la résistance d'un *Vuide* absolu, mais elle doit absolument être produite par une puissance dans le Verre, laquelle attire les Rayons, & les ramene en arriere lorsqu'ils sont sur le point de passer du Verre dans le *Vuide*. Car si l'on humecte d'Eau, d'Huile claire, ou de Miel liquide & transparent la derniere Surface du Verre, les Rayons qui sans cela seroient reflechis, passeront dans l'Eau, dans l'Huile, ou dans le Miel ; & par conséquent ils ne sont pas reflechis avant que de parvenir à la derniere Surface du Verre, & que de commencer à sortir de cette Surface. S'ils passent dans l'Eau, dans l'Huile, dans le Miel, ils vont en avant ; parce que l'attraction du Verre est presque balancée, & rendue inutile par l'attraction opposée de la Liqueur. Mais s'ils passent du Verre dans le *Vuide*, qui n'a aucune attraction pour balancer celle du Verre, l'attraction du Verre ou les rompt en les pliant, ou les ramene en arriere en les reflechissant. C'est ce qui paroît encore plus évidemment si l'on joint ensemble deux Prismes de Verre, ou deux Verres Objectifs de Telescopes d'une longueur considerable, l'un plan, & l'autre un peu convexe, & qu'on les presse l'un

548 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
contre l'autre de telle maniere qu'ils ne se touchent point absolument, mais qu'ils ne soient pas non plus trop éloignés l'un de l'autre : car la Lumiere qui tombera sur la dernière Surface du premier Verre dans l'endroit où les deux Verres ne sont pas à plus de  $\frac{1}{1000000}$  de pouce l'un de l'autre, passera au travers de cette Surface, & à travers l'Air ou le Vuide qui est entre les deux Verres, & entrera dans le second Verre, comme cela a été expliqué dans la première, la quatrième & la huitième *Observation* de la PREMIERE PARTIE DU SECOND LIVRE. Mais si l'on retire le second Verre, la Lumiere qui sort de la dernière Surface du premier Verre pour passer dans l'Air ou dans le *Vuide*, n'ira point en avant : elle retournera aussi-tôt dans le premier Verre, & sera réfléchie. Elle est donc ramenée en arriere par une force qui se trouve dans le premier Verre, puisqu'il n'y a aucune autre chose qui puisse la faire retourner. Il est à remarquer que pour produire toutes les différentes Couleurs de la Lumiere, & tous ses différents degrés de refrangibilité, il suffit que ses Rayons soient des Corpuscules de différentes grosseurs ; que les plus petits de ces Corpuscules produisent le Violet, (la plus foible & la plus sombre de toutes les Couleurs) & soient le plus aisément détournés du droit chemin par les Surfaces réfringentes ; & que les autres, à mesure qu'ils sont plus gros, produisent

produisent des Couleurs plus fortes & plus éclatantes , le Bleu , le Vert , le Jaune & le Rouge ; & qu'à proportion de leur grosseur , ils soient toujours plus difficilement détournés du droit chemin. Pour mettre les Rayons de Lumiere dans des *accès de facile Reflexion & de facile Transmission* , il suffit aussi que ces Rayons soient de petits Corpuscules qui par leur puissance attractive , ou par quelque autre force , excitent des vibrations dans le Milieu sur lequel ils agissent ; lesquelles vibrations étant plus rapides que les Rayons , les atteignent successivement , & les agitent de telle maniere qu'elles augmentent & diminuent alternativement leurs vitesses , & les mettent par là dans ces *accès*. Enfin il y a grande apparence que la Refraction extraordinaire du *Crystal d'Islande* est produite par quelque espece de vertu attractive , attachée à certains côtés , tant des Rayons , que des Particules du Crystal. Car s'il n'y avoit pas quelque disposition ou vertu particuliere attachée à certains côtés des Particules de ce Crystal , & non à leurs autres côtés , laquelle inclinât & fit plier les Rayons vers la Plage de la *Refraction extraordinaire* ; il ne seroit pas possible que les Rayons qui tombent perpendiculairement sur le Crystal , fussent rompus de telle sorte vers cette Plage plutôt que vers toute autre , tant à leur entrée qu'à leur sortie , qu'ils sortissent perpendiculairement lorsque la Plage de la *Refraction*

550 *Traité d'Optique, sur la Lumiere*  
*extraordinaire* dans la seconde Surface, est dans  
une situation opposée : le Crystal agissant sur  
les Rayons après qu'ils ont passé au travers de  
sa Substance, & qu'ils sont déjà entrés dans  
l'Air, ou ( si vous voulez ) dans *le Vuide*. Et puis-  
que le Crystal n'agit sur les Rayons par cette  
vertu particuliere, que lorsque l'un de leurs *côtés*  
*à Refraction extraordinaire*, est tourné vers cette  
Plage du Crystal ; il s'ensuit delà, que dans ces  
côtés des Rayons il y a aussi une vertu ou dispo-  
sition qui correspond à cette disposition du Cry-  
stal, ainsi que les Poles de deux Aimants corres-  
pondent l'un à l'autre. Et comme la Vertu ma-  
gnetique peut être augmentée & diminuée, &  
ne se trouve que dans l'Aimant & dans le Fer ;  
de même cette Vertu de rompre les Rayons  
perpendiculaires, est plus forte dans le Crystal  
d'Islande, moins forte dans le Crystal de Ro-  
che, & n'a pas encore été observée dans d'au-  
tres Corps. Je ne dis pas que cette dernière  
vertu soit magnetique. Il semble qu'elle soit  
d'une autre espece. Je dis seulement, que quoi-  
que ce puisse être, il est difficile de concevoir  
comment les Rayons de Lumiere ( à moins  
que d'être des Corps ) peuvent avoir une  
vertu constamment attachée à deux de leurs  
côtés, & non pas aux autres ; & cela indépen-  
damment de leur situation à l'égard de l'Espace  
ou du Milieu par où ils passent.

Par ce que j'ai dit dans les QUESTIONS

XVIII. XIX. & XX. on peut voir ce que j'entens dans celle-ci par *Vuide*, & par les *Attractions* des Rayons de Lumiere vers le Verre ou le Crystal.

QUESTION XXX.

Ne peut-il pas se faire une transformation réciproque entre les Corps grossiers & la Lumiere? Les Corps ne peuvent-ils pas recevoir une grande partie de leur activité, des particules de Lumiere qui entrent dans leur composition? Car tous les Corps fixes qui sont échauffés, jettent de la Lumiere pendant tout le temps qu'ils conservent un degré suffisant de chaleur; & à son tour la Lumiere s'arrête dans les Corps toutes les fois que ses Rayons viennent à donner sur les parties de ces Corps, comme je l'ai montré \* ci-dessus. Je ne connois aucun Corps moins propre à luire que l'Eau: cependant l'Eau se change en une Terre fixe par de fréquentes distillations, comme M. Boyle l'a éprouvé; après quoi cette Terre devenuë capable de recevoir une chaleur compétente, luit, étant échauffée, tout de même que les autres Corps.

Le changement des Corps en Lumiere, & de la Lumiere en Corps, est une chose très-conforme au cours de la Nature qui semble se plaire aux transformations. Par la chaleur elle change l'Eau, qui est un Sel fort fluide & sans goût, en Vapeur qui est une espece d'Air; &

\* Pag.  
312. &c.

par le Froid elle change l'Eau en Glace, qui est une Pierre dure, pellucide, cassante, & fusible; & cette Pierre revient en Eau par le moyen de la chaleur, comme la Vapeur revient aussi en Eau par le moyen du Froid. Par la chaleur la Terre est changée en Feu; & par le moyen du Froid elle redevient Terre. Les Corps denses sont rarefiés par la fermentation en différentes sortes d'Air; & cet Air par fermentation, & quelquefois sans fermentation, reprend son premier Etre. Le Vif-argent paroît quelquefois sous la forme d'un Metal fluide; quelquefois sous la forme d'un Metal dur & cassant; quelquefois sous la forme d'un Sel corrosif pellucide qu'on nomme *Sublimé*; quelquefois sous la forme d'une Terre blanche & insipide, transparente & volatile qu'on nomme *Mercuré doux*, ou sous la forme d'une Terre rouge, volatile, opaque qu'on nomme *Cinabre*, ou sous celle d'un Précipité Rouge ou Blanc, ou d'un Sel fluide: mis en distillation, il s'éleve en vapeurs; & secoüé dans le Vuide, il brille comme le Feu: après tous ces changements, il reprend encore sa premiere forme de Vif-argent. Les Oeufs passent d'une petitesse insensible à une grosseur considerable, & se changent en Animaux; les Têtards se changent en Grenouilles, & les Vers en Mouches. Les Oiseaux, les Bêtes, les Poissons, les Insectes, les Arbres, & le reste des Vegetaux, avec leurs parties, quel-

ques différentes qu'elles soient, tirent leur nourriture & leur accroissement de l'Eau, des teintures aqueuses & des Sels ; & toutes ces choses venant à se pourrir, sont encore changées en substances aqueuses. L'Eau exposée durant quelques jours en plein Air, prend une teinture qui, comme celle de l'Orge germé dont on fait la Biere, acquiert avec le temps un sédiment & un Esprit ; & qui avant que d'être corrompue, fournit une bonne nourriture aux Animaux & aux Plantes. Or parmi toutes ces transmutations si diverses & si étranges, pourquoi la Nature ne changeroit-elle pas aussi les Corps en Lumiere, & la Lumiere en Corps ?

## QUESTION XXXI.

LES petites particules des Corps n'ont-elles pas certaines vertus ou forces par où elles agissent à certaines distances, non seulement sur les Rayons de Lumiere pour les reflechir, les rompre, & les plier, mais encore les unes sur les autres pour produire la plupart des Phenomenes de la Nature ? Car c'est une chose connue que des Corps agissent les uns sur les autres par les attractions de la Gravité, du Magnetisme, & de l'Electricité : & de ces Exemples qui nous indiquent le cours ordinaire de la Nature, on peut inferer qu'il n'est pas hors d'apparence qu'il ne puisse y avoir encore d'autres puissances attractives, la Nature étant très-conforme à

elle-même. Je n'examine point ici quelle peut être la cause de ces Attractions : ce que j'appelle ici *Attraction*, peut être produit par impulsion, ou par d'autres moyens qui me sont inconnus. Je n'emploie ici ce mot\* d'*Attraction*, que pour signifier en général une force quelconque, par laquelle les Corps tendent réciproquement les uns vers les autres, quelle qu'en soit la cause : car c'est des Phénomènes de la Nature que nous devons apprendre quels Corps s'attirent réciproquement, & quelles sont les Loix & les propriétés de cette Attraction, avant que de rechercher quelle est la cause qui la produit. Les Attractions de la Gravité, du Magnétisme, & de l'Électricité, s'étendent jusqu'à des distances fort sensibles; c'est pour cela qu'elles ont été observées par des Yeux vulgaires; il peut y avoir d'autres Attractions qui s'étendent à de si petites distances qu'elles ont échappé jusqu'ici à nos Observations; & peut-être que l'Attraction électrique peut s'étendre à ces sortes de petites distances, sans même être excitée par le frottement.

\* Remar-  
quez.

Car lorsque le Sel de Tartre coule par défaillance, cet effet n'est-il pas produit par une attraction entre les particules de ce Sel & les particules d'Eau qui flottent dans l'Air en forme de Vapeurs? D'où vient que le Sel commun, le Salpêtre, ou le Vitriol, ne coulent point par défaillance, si ce n'est faute d'une

telle Attraction ? Ou bien , pourquoi le Sel de Tartre ne tire-t-il point de l'Air , plus d'Eau que selon une certaine proportion à sa quantité , si ce n'est parce qu'après que ce Sel est foulé d'Eau , il n'a plus cette force attractive ? Quelle autre cause que cette Force attractive peut faire que l'Eau qui distile toute seule par un degré de chaleur très-moderé , ne distile point d'entre le Sel de Tartre sans une violente chaleur ? N'est-ce pas une pareille force , réciproque entre les particules d'Huile de Vitriol & celles d'Eau , qui fait que l'Huile de Vitriol tire de l'Air une grande quantité d'Eau ; & qu'après s'en être foulée , elle n'en tire plus ; & que mise en distillation , elle ne lâche l'Eau qu'avec beaucoup de peine ? Et lorsque l'Eau & l'Huile de Vitriol , versées successivement dans un même Vaisseau , acquierent un degré de chaleur très-considérable en se mêlant ensemble , cette chaleur ne prouve-t-elle pas que les parties de ces Liqueurs sont dans un grand mouvement ? Ce mouvement ne prouve-t-il pas que les parties de ces deux Liqueurs mêlées ensemble , s'incorporent avec violence ; & que par conséquent elles se heurtent avec des mouvements accélérés ? Et lorsque l'Eau-forte , ou l'Esprit de Vitriol versé sur la Limaille de Fer , la dissout avec ébullition & une grande chaleur : n'est-ce pas un mouvement violent des parties de l'Eau-forte ou de l'Esprit de Vitriol , qui pro-

duit cette chaleur & cette ébullition ? Ce mouvement ne prouve-t-il pas que les parties acides de la Liqueur se jettent avec violence sur les parties du Metal, & entrent par force dans ses pores jusqu'à ce qu'elles ayent pénétré entre les particules exterieures du Metal & le reste de la Masse dont il est composé ; & qu'entourant ces particules exterieures, elles les détachent du reste de la Masse de ce Metal, & les mettent en état de flotter séparément dans la Liqueur ? Et lorsque les particules acides, qui toutes seules distilleroient par une douce chaleur, ne peuvent être séparées des particules du Metal que par un feu très-violent : cela ne prouve-t-il pas une attraction réciproque entre les particules de la Liqueur acide & celles du Metal ?

Lorsque l'Esprit de Vitriol versé sur du Sel commun ou du Sel de Nitre, fait ébullition avec ce Sel, & s'unit à lui ; & que le tout étant mis en distillation, l'Esprit de Sel commun ou de Nitre s'éleve beaucoup plus facilement qu'il ne feroit sans cela, la partie acide de l'Esprit de Vitriol restant dans l'Alembic : cela ne prouve-t-il pas que l'Alcali fixe du Sel attire plus fortement l'Esprit acide du Vitriol, qu'il n'attire son propre Esprit ; & que n'étant pas capable de les retenir tous deux, il laisse échapper le sien ? Et lorsque l'Huile de Vitriol est distillée d'un poids égal de Nitre, & que de ces deux ingredients il distille un Esprit de Nitre composé ;

composé ; & que deux parties de cet Esprit étant versées sur une partie d'Huile de Girofle ou de Carvi , ou de quelque Huile pesante , extraite des parties d'un Animal ou d'une Plante , ou d'Huile de Terebenthine épaissie avec un peu de Baume de Souffre , ces Liqueurs ne sont pas plutôt mêlées ensemble qu'elles contractent une si grande chaleur, qu'il en sort une Flamme brûlante : ne peut-on pas conclurre de cette chaleur vehemente & soudaine, que les deux Liqueurs se mêlent avec violence, & que leurs parties portées d'un mouvement acceleré les unes contre les autres en se mêlant ensemble , s'entre-choquent d'une très - grande force ? N'est - ce pas pour la même raison , que l'Esprit de vin bien rectifié , étant versé sur le même Esprit de Nitre composé, s'enflamme ; & & que la *Poudre fulminante*, composée de Souffre, de Nitre & de Sel de Tartre , éclate avec une explosion plus prompte & plus violente que la Poudre-à-canon , les Esprits acides du Souffre & du Nitre se lançant l'un vers l'autre , & vers le Sel de Tartre avec tant d'impetuosité, que par ce choc le Tour s'exhale à la fois en vapeur & en flamme ? Lorsque la dissolution des Corps qu'on mêle ensemble, se fait lentement , l'ébullition qui en provient est lente , & ne produit qu'une chaleur modérée ; lorsque la dissolution est plus prompte , elle produit une ébullition plus forte , & un plus grand degré de chaleur ;

& lorsqu'elle se fait tout d'un coup, l'ébullition éclate par une soudaine & violente fulmination, avec une chaleur égale à celle du Feu & de la Flamme. Ainsi, une dragme de l'Esprit de Nitre composé tel qu'il vient d'être décrit, ayant été versée dans le *Vuide* sur une demi-dragme d'Huile de Carvi, ce mélange s'enflamma d'abord comme de la Poudre-à-canon, & cassa le Recipient purgé d'Air, qui étoit un Vase de Verre de six pouces de large, & de huit pouces de long. Le Souffre même tout grossier, étant mis en poudre & réduit en pâte avec un poids égal de limaille de Fer & un peu d'Eau, agit sur le Fer, & devient si chaud en cinq ou six heures qu'on ne peut le toucher, & s'évapore en Flamme. Si après avoir réfléchi sur toutes ces Experiences, on considère la grande quantité de Souffre en quoi la Terre abonde, la chaleur de ses parties intérieures, les sources d'Eaux chaudes, les Volcans, les Vapeurs nuisibles, les Inflammations qui sortent des Mines, les tremblements de Terre, les exhalaisons chaudes & étouffantes, les Ouragans & les Colonnes d'Eau qui s'élevent sur la Mer: on pourra inferer de toutes ces choses jointes ensemble, qu'il y a quantité de Vapeurs sulphureuses dans les entrailles de la Terre, & qu'elles y fermentent avec les Minéraux; que quelquefois elles prennent feu tout d'un coup avec inflammation & explosion; que si elles sont resserrées

dans des cavernes souterraines , elles causent de grands tremblements de Terre en s'ouvrant un passage au travers de ces cavernes , comme lorsqu'on fait jouer une mine ; que les Vapeurs produites par cette explosion , s'exhalant à travers les pores de la Terre , répandent dans l'Air des chaleurs suffoquantes , produisent des tempêtes & des ouragants , & enlèvent quelquefois de grandes Pièces de terre , ou causent des bouillonnements dans la Mer dont elles élèvent quantité d'Eau en gouttes , qui par leur propre poids retombent comme un Torrent. Il y a aussi des exhalaisons sulphureuses en tout temps , lorsque la Terre est sèche , lesquelles élevées dans l'Air , y fermentent avec des Acides nitreux ; & venant quelquefois à prendre feu , produisent les Eclairs , les Tonneres , & les autres Meteores ignés : car l'Air abonde en Vapeurs acides propres à produire des fermentations , comme cela paroît par ce que le Fer & le Cuivre se rouillent si aisément en plein Air ; par ce que le Feu s'allume en soufflant , & que le battement du Cœur est entretenu par la respiration. Or les mouvements ci-dessus mentionnés , sont si grands & si violents , qu'ils suffisent pour faire voir que dans les fermentations , les particules des Corps qui étoient presque en repos , sont mises en de nouveaux mouvements par un Principe très-puissant , qui n'agit sur elles que lorsqu'elles sont fort proches

560 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
les unes des autres, & qui fait qu'elles se rencontrent & s'entre-choquent avec une extrême violence; qu'échauffées par ce mouvement, & venant à se froisser & à se briser les unes contre les autres, elles s'exhalent en Air, en Vapeurs & en Flamme.

Lorsqu'on verse du Sel de Tartre fait par défaillance, sur la dissolution d'un Metal, ce Sel précipite le Metal, & le fait tomber au fond de la Liqueur en forme de limon: cela ne prouve-t-il pas que les particules acides sont plus fortement attirées par le Sel de Tartre que par le Metal; & qu'en vertu de cette supériorité d'attraction, elles vont du Metal au Sel de Tartre? De même, lorsqu'une dissolution de fer dans de l'Eau-forte, dissout la Calamine, & laisse aller le Fer; ou qu'une dissolution de Cuivre dissout le Fer qu'on jette dedans, & laisse aller le Cuivre; ou qu'une dissolution d'Argent dissout le Cuivre, & laisse aller l'Argent; ou qu'une dissolution de Mercure dans de l'Eau-forte, étant versée sur le Fer, le Cuivre, l'Etain ou le Plomb, dissout le Metal, & laisse aller le Mercure: tout cela ne prouve-t-il pas que les particules acides de l'Eau-forte sont attirées plus fortement par la Calamine que par le Fer, plus fortement par le Fer que par le Cuivre, plus fortement par le Cuivre que par l'Argent, & plus fortement par le Fer, le Cuivre, l'Etain & le Plomb que par le Mercure? N'est-

te pas pour la même raison qu'il faut plus d'Eau-forte pour dissoudre le Fer que le Cuivre; & plus pour dissoudre le Cuivre que pour dissoudre les autres Metaux; & que de tous les Metaux, le Fer est le plus facile à dissoudre, & le plus sujet à se rouiller, & le Cuivre immédiatement après le Fer?

Lorsque l'Huile de Vitriol est mêlée avec un peu d'Eau, ou qu'elle a coulé par défaillance; & que mise en distillation, l'Eau monte avec peine, & emporte avec elle quelque partie de l'Huile de Vitriol en forme d'Esprit de Vitriol; & que cet Esprit étant versé sur du Fer, du Cuivre ou du Sel de Tarrre, s'unit à ce Corps, & laisse aller l'Eau: cela ne montre-t-il pas que l'Esprit acide est attiré, à la vérité, par l'Eau; mais qu'étant plus attiré par le Corps fixe que par l'Eau, il laisse échapper l'Eau pour s'unir plus étroitement à ce Corps fixe? N'est-ce pas pour la même raison que l'Eau & les Esprits acides qui se trouvent ensemble dans le Vinaigre, dans l'Eau-forte & l'Esprit de Sel, s'unissent & s'élevent ensemble dans la distillation; mais que si l'on verse ce Menstruë sur du Sel de Tarrre, ou sur du Plomb, du Fer, ou quelqu'autre Corps fixe que ce soit qu'il puisse dissoudre, les Esprits acides attachés alors au Corps fixe par une plus forte attraction, laissent échapper l'Eau? N'est-ce pas aussi une attraction réciproque qui fait que les Esprits de Suye & de Sel Marin, s'unissent &

composent les particules du Sel Armoniac, qui par ces Esprits sont moins volatiles qu'auparavant, parce qu'elles sont plus grossieres & plus dégagées d'eau ? N'est-ce pas encore pour la même raison, que les particules de Sel Armoniac, étant sublimées, enlèvent avec elles les particules d'Antimoine qui ne sçauroient se sublimer toutes seules : Que les particules du Mercure s'unissant aux particules acides de l'Esprit de Sel, composent le Mercure sublimé ; & qu'unies à des particules de Souffre, elles composent le Cinabre : Que les particules de l'Esprit de vin & de l'Esprit d'urine bien rectifiés, s'unissent ensemble, & laissant aller l'Eau qui les avoit dissoutes, composent un Corps qui a de la consistance : Qu'en faisant sublimer du Cinabre mêlé avec du Sel de Tartre, ou avec de la Chaux vive, le Souffre attiré plus fortement par le Sel ou par la Chaux, laisse aller le Mercure, & reste avec le Corps fixe : Que lorsqu'on fait sublimer du Mercure sublimé après l'avoir mêlé avec l'Antimoine ou avec le Regule d'Antimoine, l'Esprit de Sel laisse échapper le Mercure, s'unit au metal d'Antimoine qui l'attire plus fortement, & reste avec lui jusqu'à ce que la Chaleur soit assez grande pour les élever tous deux ensemble ; & que cet Esprit de Sel emporte le Metal avec lui sous la forme d'un Sel fort fusible qu'on nomme *Beure d'Antimoine*, quoique l'Esprit de Sel tout seul soit presque

aussi volatile que l'Eau, & que l'Antimoine seul soit presque aussi fixe que le Plomb?

Lorsque l'Eau-forte dissout l'Argent & non pas l'Or, & que l'Eau Regale dissout l'Or & non pas l'Argent : ne peut-on pas dire que l'Eau-forte est assez subtile pour pénétrer l'Or aussi-bien que l'Argent, mais qu'elle est destituée de la force attractive qu'il lui faudroit pour s'y introduire ; & que l'Eau Regale est assez subtile pour pénétrer l'Argent aussi-bien que l'Or, mais qu'elle est destituée de la force attractive qu'il lui faudroit pour s'y introduire? Car l'Eau Regale n'est autre chose que l'Eau-forte mêlée avec quelque Esprit de Sel, ou avec du Sel Armoniac ; & même le Sel ordinaire dissout dans l'Eau-forte, donne à ce Menstruë le pouvoir de dissoudre l'Or, quoique ce Sel soit un Corps grossier. Lors donc que l'Esprit de Sel sépare l'Argent de l'Eau-forte par voye de précipitation : ne le fait-il pas en attirant l'Eau-forte & en se mêlant avec elle, & en n'attirant pas, ou peut-être, en repoussant l'Argent? Et lorsque l'Eau sépare, par voye de précipitation, l'Antimoine du Sublimé d'Antimoine, & du Sel Armoniac, ou du Beure d'Antimoine : cela ne vient-il point de ce que l'Eau dissout & affoiblit le Sel Armoniac, ou l'Esprit de Sel en se mêlant avec lui, & de ce qu'elle n'attire pas, ou peut-être même qu'elle repousse l'Antimoine? N'est-ce pas faute d'une attraction réciproque entre

les parties de l'Eau & de l'Huile, du Vif-argent & de l'Antimoine, du Plomb & du Fer, que ces Substances ne se mêlent point ensemble? N'est-ce pas en conséquence d'une foible attraction, que le Vif-argent & le Cuivre s'entre-mêlent avec peine; & en vertu d'une forte attraction que le Vif-argent & l'Etain, l'Antimoine & le Fer, l'Eau & les Sels, se mêlent aisément ensemble? En général, n'est-ce pas par le même Principe que la chaleur assemble les Corps homogenes, & sépare les Corps heterogenes?

Lorsque l'Arsenic avec du savon produit un Regule, & avec du *Mercuré sublimé* un Sel volatil fusible, tel que le Beure d'Antimoine: cela ne montre-t-il pas que l'Arsenic, qui est une Substance entièrement volatile, est composé de parties fixes & volatiles, fortement unies par une mutuelle attraction; de sorte que les parties volatiles ne sçauroient monter sans enlever avec elles les parties fixes? Et ainsi, lorsque l'Esprit de Vin & l'Huile de Vitriol sont mis ensemble en digestion, poids égal; & qu'ils rendent dans la distillation deux Esprits Volatils d'une odeur très-agréable, qui ne sçauroient se mêler, laissant dans le fond du Vase une Terre noire & fixe: cela ne prouve-t-il pas que l'Huile de Vitriol est composée de parties volatiles & fixes, fortement unies par attraction; de sorte qu'elles s'élevent ensemble sous la forme d'un Sel volatil,

volatil , acide & fluide , jusqu'à ce que l'Esprit de vin attire à soi les parties volatiles , & les sépare des fixes ? Et puisque l'Huile de Souffre par la campane , est de la même nature que l'Huile de Vitriol , ne peut-on pas inferer aussi , que le Souffre est un mélange de parties volatiles & fixes , si fortement unies par attraction , qu'en se sublimant elles montent ensemble ? Si l'on dissout des fleurs de Souffre dans de l'Huile de Terebenthine , & qu'on distile cette dissolution , l'on trouve que le Souffre est composé d'une Huile épaisse & inflammable , ou d'un Bitume gras ; d'un Sel acide ; d'une Terre extrêmement fixe , & d'un peu de Metal : les trois premiers de ces Corps en quantité à peu près égale , & le quatrième en si petite quantité qu'à peine merite-t-il d'être mis en ligne de compte. Ce Sel acide dissous dans l'Eau , est le même que l'Huile de Souffre par la campane ; & comme il se trouve en grande quantité dans les entrailles de la Terre , & surtout dans les Marcaffites , il s'unit avec les autres ingredients des Marcaffites , qui sont le Bitume , le Fer , le Cuivre & la Terre ; & avec ces Ingredients , il compose l'Alun , le Vitriol & le Souffre : sçavoir l'Alun avec la Terre seule ; le Vitriol avec le Metal seul , ou avec le Metal & la Terre ensemble ; & le Souffre avec le Bitume & la Terre. Aussi les Marcaffites abondent-elles en ces trois Minéraux. Et n'est-ce pas par l'attraction

réci-proque des Ingrédients qu'elles tiennent ensemble pour composer ces Minéraux, & que le Bitume exalte les autres ingrédients du Soufre qui ne se sublimeront point sans lui ? On peut appliquer la même Question à tous, ou à presque tous les Corps grossiers qui existent dans la Nature : car toutes les parties des Animaux & des Vegetaux sont composées de Substances volatiles & fixes, fluides & solides, comme il paroît par leur analyse. Il en est de même des Sels & des Minéraux, autant que les Chimistes ont été capables jusqu'ici d'en pénétrer la composition.

Lorsque le *Mercuré sublimé* est encore sublimé avec de nouveau Mercure, & se change en *Mercuré doux*, terre blanche & insipide qu'on peut à peine dissoudre dans l'eau ; & que le Mercure doux étant sublimé de nouveau avec de l'Esprit de Sel, redevient Mercure sublimé : Lorsque des Metaux rongés par quelque peu d'acide, se changent en Rouille, terre insipide, & qui ne peut être dissoute dans l'eau ; & que cette terre imbibée de plus d'acide, devient un Sel métallique : & lorsque certaines Pierres (comme la *crouste*, ou *litharge naturelle* du Plomb) étant dissoutes dans des Menstrués convenables, se changent en Sels : ne s'ensuit-il pas de tout cela que les Sels sont une terre sèche avec des acides aqueux unis ensemble par attraction, & que la partie terrestre ne se changera point en Sel sans

une quantité d'acide assez grande pour la rendre capable d'être dissoute dans l'Eau ? La saveur aigre & piquante des Acides ne provient-elle point d'une forte attraction, qui fait que les particules acides pénètrent & agitent les particules de la Langue ? Et lorsque les Metaux sont dissous dans des Menstruës acides, & que les Acides unis au Metal agissent si différemment que le Composé qui en résulte, a un goût beaucoup moins piquant qu'auparavant, & quelquefois réellement doux : cela ne vient-il pas de ce que les Acides s'attachent aux particules métalliques, & perdent par là une bonne partie de leur activité ? Et si l'Acide est en trop petite portion pour faire que le Composé se dissolve dans l'Eau, ne perdra-t-il pas son activité & son goût en s'attachant fortement au Metal, & le Composé ne deviendra-t-il pas une Terre insipide ? Car les choses qui ne sont pas capables d'être dissoutes par l'humidité de la Langue, ne font aucune impression sur le Goût.

Comme la Gravité fait que la Mer se répand autour des parties les plus denses & les plus pesantes du Globe de la Terre, aussi l'Attraction peut faire que les Acides aqueux se répandent autour des parties terrestres les plus denses & les plus compactes pour composer les particules du Sel : car sans cela l'Acide ne pourroit point servir de Milieu entre la Terre & l'Eau commune pour faire que les Sels pussent se dissoudre

dans l'Eau : & le Sel de Tartre n'extraitoit pas aisément l'Acide des Metaux dissous ; ni les Metaux n'extraitoient point l'Acide du Vif-argent. Or comme dans le grand Globe Terraquée, les Corps les plus denses tombent par leur propre pesanteur au fond de l'Eau, & tendent continuellement vers le Centre du Globe ; de même dans les particules de Sel la matiere la plus dense peut faire de continuels efforts pour approcher du Centre de chaque particule : de sorte qu'à cet égard une particule de Sel peut être comparée au Chaos ; étant dense, dure, sèche & terrestre dans le centre ; & rare, molle, humide & aqueuse dans sa circonference. C'est pour cette raison, ce semble, que les Sels sont si durables de leur nature : car on ne peut guere les détruire à moins qu'on ne détache par force leurs parties aqueuses, ou que par une chaleur modérée on ne les fasse entrer par la putrefaction dans les pores de la terre qui est au centre même des particules salines, jusqu'à ce que les parties terrestres soient dissoutes par l'Eau, & divisées en de plus petites parcelles qui par leur petitesse, fassent que le composé ainsi corrompu paroisse de Couleur noire. De là vient peut-être encore, que les parties des Animaux & des Vegetaux conservent leurs différentes formes, & convertissent leur nourriture en leur propre substance ; une nourriture tendre & humide étant aisément disposée par une

chaleur & un mouvement temperé à changer de contexture jusqu'à ce qu'elle devienne semblable à cette terre dense, dure, sèche & durable qui est au centre de chaque particule. Mais lorsque l'aliment devient incapable d'un tel changement, ou que la terre qui est au centre des particules, devient trop foible pour le convertir ainsi en sa propre substance; dès lors le mouvement finit par la confusion, la corruption, & la mort.

Si l'on dissout une fort petite quantité de quelque Sel que ce soit, ou de Vitriol dans une grande quantité d'Eau, les particules du Sel ou du Vitriol ne tomberont pas au fond du Vaisseau, quoiqu'elles soient specifiquement plus pesantes que l'Eau; mais elles se répandront également dans toute la substance de l'Eau, qu'elles rendront tout aussi salée en haut qu'en bas. Ne s'ensuit-il pas delà, que les parties de Sel ou de Vitriol s'écartent les unes des autres, & tâchent de se répandre, & de se tenir autant séparées que la quantité d'eau où elles flottent le leur permet? Cet effort ne prouve-t-il pas qu'elles ont une force repulsive, par laquelle elles se fuyent mutuellement, ou du moins qu'elles attirent l'Eau plus fortement qu'elles ne s'attirent les unes les autres? Car comme tous les Corps qui sont moins attirés que l'Eau par la force qui cause la gravitation de la Terre, montent dans l'Eau; de même

toutes les particules de Sel qui flotent dans l'Eau, & qui sont moins attirées que l'Eau par une particule de Sel, quelle qu'elle soit, doivent s'éloigner de cette Particule, & faire place à l'Eau qui est attirée plus fortement.

Lorsqu'une Liqueur imbibée de Sel s'évapore *jusques à pellicule*, & qu'on la laisse refroidir, le Sel se coagule en Crystaux de figure régulière : ce qui prouve qu'avant que les particules de Sel fussent congelées, elles flotoient dans la Liqueur, rangées de front & de côté à égales distances ; & que par conséquent elles agissoient les unes sur les autres par quelque puissance qui à égales distances, est égale ; & à inégales distances, est inégale : car en vertu d'une telle puissance, elles se rangeront d'une manière uniforme ; & sans une telle puissance, elles flotteront çà & là sans ordre, & se joindront tout aussi irrégulièrement ensemble. Et parce que les particules du Crystal d'Islande agissent toutes en un même sens sur les Rayons de Lumière pour produire la Refraction extraordinaire, ne peut-on pas supposer que dans la formation de ce Crystal, non seulement les particules se sont rangées d'une manière uniforme pour prendre des figures régulières en se congelant ; mais qu'aussi par une espèce de Vertu polaire, elles ont tourné leurs côtés homogènes du même sens.

Les parties de tous les Corps durs homoge-

nes qui se touchent pleinement, tiennent fortement ensemble. Pour expliquer la cause de cette cohésion, quelques-uns ont inventé des Atomes crochus; mais c'est poser ce qui est en question: d'autres nous disent que les particules des Corps sont collées ensemble par le Repos, c'est-à-dire, par une Qualité occulte, ou plutôt par un pur Neant; & d'autres qu'elles sont jointes ensemble par des mouvements *conspirants*, c'est-à-dire, par un Repos relatif entr'eux. Pour moi, j'aime mieux conclure de la cohésion des Corps, que leurs particules s'attirent mutuellement par une Force qui dans le contact immédiat est extrêmement puissante; qui, à de petites distances, produit les Opérations chimiques mentionnées ci-dessus, & qui ne s'étend pas fort loin de ces particules par aucun effet sensible.

Tous les Corps semblent être composés de particules dures: car autrement les Fluides ne se congèleraient pas, comme l'Eau, les Huiles, le Vinaigre, l'Esprit ou l'Huile de Vitriol, qui sont congelés par le Froid; le Mercure, qui est congelé par les fumées du Plomb; l'Esprit de Nitre & le Mercure, par la dissolution du Mercure, & l'évaporation du phlegme; l'Esprit de vin & l'Esprit d'urine, lorsqu'ils sont dephlegmés & mêlés ensemble; & l'Esprit d'urine & l'Esprit de Sel, lorsqu'ils sont sublimés ensemble pour faire le Sel Armoniac. Il semble

même que les Rayons de Lumiere soient des Corps durs : car autrement ils ne conserveroient pas différentes propriétés dans leurs différents côtés. On peut donc considérer la Dureté comme une propriété de toute matiere simple : c'est du moins ce qui semble aussi évident que l'Impenetrabilité universelle de la Matiere ; car tous les Corps , autant que nous les connoissons par experience, sont durs, ou peuvent être endurcis, & nous n'avons point d'autre évidence d'une impenetrabilité universelle qu'une vaste experience qui n'est contredite par aucune exception experimentale. Or si les Corps composés sont aussi durs que l'Experience nous le fait voir à l'égard de quelques-uns, & que cependant ils ayent beaucoup de pores, & soient composés de parties qui sont seulement placées l'une auprès de l'autre ; les particules simples qui sont sans pores, & qui n'ont jamais été divisées, doivent être beaucoup plus dures : car ces sortes de particules dures, entassées ensemble, ne peuvent guere se toucher que par très-peu de points ; & par conséquent il faut beaucoup moins de force pour les séparer que pour rompre une particule solide dont les parties se touchent dans tout l'Espace qui est entr'elles, sans qu'il y ait ni pores ni interstices qui affoiblissent leur cohesion. Or comment des particules d'une si grande dureté, qui sont seulement entassées ensemble, sans se toucher qu'en

qu'en un très-petit nombre de points, peuvent tenir les unes les autres, & aussi fortement qu'elles font, sans l'assistance d'une Cause qui fasse qu'elles soient attirées ou pressées l'une vers l'autre; c'est ce qui est très-difficile à comprendre.

J'inferé encore l'existence de cette Cause, de la cohesion de deux Marbres polis, dans le *Vuide*; & de ce que le Vif-argent se soutient dans un Barometre à la hauteur de 50, 60, ou 70 pouces, ou au delà, toutes les fois qu'il est bien purgé d'Air, & qu'il est versé si adroitement dans le Tuyau de Verre, que ses parties soient par tout contiguës entr'elles, & au Tuyau. L'Atmosphère pressant le Vif-argent l'éleve par son poids dans le Tuyau jusqu'à la hauteur de 29 ou 30 pouces; mais c'est quelque autre Agent qui l'éleve plus haut, non pas en le pressant dans le Tuyau, mais en faisant que ses parties s'attachent au Verre, & les unes aux autres: car s'il se fait quelque séparation entre les parties, ou par des Bulles, ou par le secoüement du Tuyau, le Vif-argent tombe aussi-tôt en bas, à la hauteur ordinaire de 29 ou 30 pouces.

Voici encore quelques Experiences de la même espece que celles qu'on vient de voir. Si deux Plaques de Verre planes & polies (supposez deux pieces d'un Miroir bien poli) sont jointes ensemble, leurs côtés paralleles, & à une très-petite distance l'un de l'autre; & que par

leurs extrémités d'en bas, on les enfonce un peu dans un Vase plein d'Eau : cette Eau montera entre les deux Verres ; & à mesure que les Plaques seront moins éloignées, l'Eau s'élevera à une plus grande hauteur. Si leur distance est environ la centième partie d'un pouce, l'Eau montera à la hauteur d'environ un pouce ; & si la distance est plus grande, ou plus petite en quelque proportion que ce soit, la hauteur sera à peu près en proportion réciproque à la distance. Car la force attractive des Verres est la même, soit que la distance qu'il y a entr'eux, soit plus grande ou plus petite : & le poids de l'Eau attirée en haut est le même, si la hauteur de l'Eau est réciproquement proportionnelle à la distance des Verres. C'est encore ainsi que l'Eau monte entre deux Plaques de Marbre poli, lorsque leurs côtés polis sont parallèles, & à une fort petite distance l'un de l'autre. Et si l'on trempe dans une Eau dormante, le bout d'un Tuyau de Verre fort menu, l'Eau montera dans le Tuyau à une hauteur qui sera réciproquement proportionnelle au diamètre de la cavité du Tuyau, & égalera la hauteur à laquelle elle monte entre les deux Plaques de Verre, si le demi-diamètre de la cavité du Tuyau est égal à la distance qui est entre les Plaques ou à peu près. Du reste, toutes ces Experiences réussissent tout aussi-bien dans *le Vuide* qu'en plein Air, comme on l'a éprouvé en présence

de la Societé Royale; & par conséquent elles ne dépendent en aucune maniere du poids ou de la pression de l'Atmosphere.

Si un large Tuyau de Verre est rempli de cendres passées au tamis, & fortement pressées dans le Verre, & que l'un des bouts du Tuyau soit plongé dans une Eau dormante; l'Eau montera lentement dans les cendres, de sorte que dans une semaine ou deux elle parviendra au dedans du Verre à la hauteur de 30 ou 40 pouces par dessus l'Eau dormante. Or l'Eau n'est portée à ce degré de hauteur que par l'action des particules de cendre qui sont sur la surface de l'Eau élevée: car les particules de cendre qui sont dans l'Eau, attirent l'Eau ou la repoussent autant en bas qu'en haut; & par conséquent l'action des particules de cendre est extrêmement puissante. Mais comme les particules de cendre ne sont pas si denses, ni si fort comprimées ensemble que celles du Verre, leur action n'est pas si forte que celle du Verre, qui tenant le Vif-argent suspendu jusqu'à la hauteur de 60 ou 70 pouces, agit par cela même avec une force qui tiendrait l'Eau suspendue jusqu'à la hauteur de plus de 60 pieds.

C'est par le même Principe qu'une Eponge suce l'Eau, & que dans les Corps des Animaux, les Glandes, selon leurs différentes natures & dispositions, tirent différentes humeurs du Sang.

Si l'on prend deux Plaques de Verre plates & polies de 3 ou 4 pouces de large, & de 20 ou 25 pouces de long, qu'on les couche l'une parallele à l'Horizon, & l'autre sur celle-là, de telle maniere que se touchant par l'une de leurs extrémités, elles forment un Angle d'environ 10 ou 15 minutes; qu'auparavant on ait mouillé leurs Plans interieurs avec un linge net trempé dans de l'Huile d'Orange ou dans de l'Esprit de Terebenthine, & qu'on ait fait tomber une ou deux gouttes de cette Huile ou de cet Esprit sur l'extrémité du Verre inferieur la plus éloignée de l'Angle susdit: aussi-tôt que la Plaque supérieure aura été placée sur l'inferieure, de sorte que (comme on vient de le dire) elle la touche par un bout, & qu'elle touche la Goutte par l'autre bout, les deux Plaques faisant un Angle d'environ 10 ou 15 minutes; dès-lors la Goutte commencera de se mouvoir vers le concours des Plaques de Verre, & continuera à se mouvoir d'un mouvement acceleré jusqu'à ce qu'elle y soit parvenuë: car les deux Verres attirent la Goutte, & la font courir du côté vers lequel les Attractions inclinent. Et si dans le temps que la Goutte est en mouvement, vous levez en haut l'extrémité des Verres par où ils se touchent, & vers où la Goutte s'avance, la Goutte montera entre les deux Verres; & par conséquent elle est attirée: à mesure que vous levez plus haut cette extrémité des Verres, la

Goutte montera toujours plus lentement ; & s'arrêtant enfin , elle fera autant entraînée en bas par son propre poids qu'elle étoit emportée en haut par attraction. Par ce moyen vous pouvez connoître par quel degré de force la Goutte est attirée à toutes les distances du concours des Verres.

Or par quelques Experiences de ce genre , faites par feu M. *Havvksby* , l'on a trouvé que l'Attraction est presque réciproquement en raison doublée de la distance du milieu de la Goutte au concours des Verres : sçavoir réciproquement en proportion simple à raison de ce que la Goutte se répand davantage , & touche chaque Verre par une plus grande Surface ; & encore réciproquement en proportion simple à raison de ce que les Attractions deviennent plus fortes , la quantité des Surfaces restant la même. Donc l'Attraction qui se fait dans la même quantité de Surface attirante , est réciproquement comme la distance entre les Verres ; & par conséquent où la distance est excessivement petite , l'attraction doit être excessivement grande. Suivant la TABLE contenue dans la SECONDE PARTIE \* DU SECOND LIVRE , où sont exprimées les épaisseurs des Lames d'Eau colorée , renfermées entre deux Verres ; l'épaisseur de la Lame dans l'endroit où elle paroît très-noire, est  $\frac{1}{3}$  de  $\frac{1}{1000.00}$  de pouce ; & où l'Huile d'Orange est de cette épaisseur

\* Pag. 366, 367

entre les Verres, l'Attraction déduite de la Règle précédente, paroît assez forte pour soutenir dans un Cercle d'un pouce de diametre, un poids égal à celui d'un cylindre d'Eau d'un pouce de diametre, & de deux ou trois stades de long; & où elle est d'une moindre épaisseur, l'Attraction peut être plus grande à proportion, & aller en augmentant jusqu'à ce que l'épaisseur n'excede pas celle d'une simple particule d'Huile. Il y a donc dans la Nature, des Agents capables d'unir ensemble les particules des Corps, par des Attractions très-fortes: c'est à la Philosophie Experimentale à découvrir ces Agents.

Or les plus petites particules de Matière peuvent être unies ensemble par les plus fortes Attractions, & composer de plus grosses particules dont la vertu attractive soit moins forte; & plusieurs de ces dernières peuvent tenir ensemble, & composer des particules encore plus grosses, dont la vertu attractive soit encore moins forte; & ainsi de suite durant plusieurs successions, jusqu'à ce que la progression finisse par les plus grosses particules d'où dépendent les Operations chimiques & les Couleurs des Corps Naturels, & qui jointes ensemble composent des Corps d'une grandeur sensible. Si c'est un Corps compacte, & qui pressé se plie ou cede en dedans, sans qu'aucune de ses parties échappe; il est dur & élastique, reprenant

sa figure en vertu d'une force qui provient de la mutuelle attraction de ses parties. Si les parties glissent l'une sur l'autre, le Corps est malléable ou mou. Si elles s'échappent aisément l'une de l'autre, & qu'elles soient d'une grosseur propre à être agitées par la chaleur, & que la chaleur soit assez forte pour les tenir en agitation, le Corps est fluide; & s'il est sujet à s'attacher à d'autres Corps, il est humide. Au reste, ce qui fait que les Gouttes des Corps fluides prennent la figure ronde, c'est l'Attraction réciproque de leurs parties, tout ainsi que le Globe terraqueé est déterminé à une figure ronde par une Attraction mutuelle de ses parties, causée par la Gravité.

Puisque les Metaux dissous dans des Acides n'attirent qu'une petite quantité de l'Acide, la force attractive du Metal ne peut s'étendre qu'à une petite distance des Acides. Et comme dans l'Algebre les quantités negatives commencent où les affirmatives disparaissent, ainsi dans la Mechanique la Vertu repoussante doit paroître où l'Attraction vient à cesser. Or qu'il y ait une telle Vertu, c'est ce qui semble suivre des Reflexions & des Inflexions des Rayons de Lumiere: car dans ces deux cas les Rayons sont repoussés par les Corps, sans un contact immédiat du Corps qui cause ces Reflexions ou ces Inflexions. Cela suit encore, ce semble, de l'émission de la Lumiere, le Rayon n'étant pas

plutôt lancé hors du Corps lumineux par les vibrations des parties de ce Corps, & sorti de la Sphere de son attraction, qu'il est poussé en avant avec une vitesse excessive : car la Force qui dans la Reflexion est suffisante pour repousser un Rayon, peut l'être pour le pousser en avant. Il semble aussi que cela suit de la production de l'Air & des Vapeurs : car les particules qui sont détachées des Corps par la chaleur ou la fermentation, ne sont pas plutôt hors de la portée de l'attraction du Corps, qu'elles s'éloignent de lui, & les unes des autres, d'une grande force, s'écartant quelquefois jusqu'à occuper plus d'un million de fois plus d'espace qu'elles n'en occupoient auparavant sous la forme d'un Corps compacte. Il ne paroît pas qu'on puisse rendre intelligible cette prodigieuse contraction & expansion, en supposant que les particules de l'Air sont élastiques & rameuses, ou semblables à des osiers roulés en forme de cerceaux, ni par aucun autre moyen que par une puissance repoussante qui les écarte les unes des autres. Les particules des Corps fluides, qui ne sont pas unies trop fortement ensemble, & qui sont d'une petitesse qui les rend les plus susceptibles de ces agitations d'où dépend la fluidité des Liqueurs; se séparent & se raréfient le plus aisément en vapeurs, & sont *volatiles*, comme parlent les Chimistes, une douce chaleur les raréfiant, & le Froid les condensant. Mais celles  
qui

qui sont plus grossières , & par conséquent moins susceptibles d'agitation , ou qui sont unies par une plus forte attraction ; ne sont séparées que par une chaleur plus violente , ou peut-être ne sçauroient être séparées sans le secours de la fermentation. Les Corps composés de ces sortes de particules , ce sont ceux que les Chimistes appellent *Fixes* , & qui étant raréfiés par la fermentation , se changent en un véritable Air permanent : car les particules qui dans le contact sont le plus fortement attachées ensemble , étant une fois séparées , s'éloignent les unes des autres avec le plus de force , & sont le plus difficilement réunies. Et parce que les particules de l'Air permanent sont plus grosses que celles des Vapeurs , & proviennent de Substances plus denses que celles qui produisent les Vapeurs ; le véritable Air est par cela même plus pesant que les Vapeurs ; & un Atmosphere humide est plus léger qu'un Atmosphere sec , à quantités égales. C'est en conséquence de cette même Puissance repoussante , qu'il semble que les Mouches marchent sur l'Eau sans se mouïller les pieds ; que les Verres Objectifs des longs Telescopes ne se touchent pas aisément , quoique couchés l'un sur l'autre ; qu'il est si difficile de faire que des Poudres sèches se touchent , de sorte qu'elles se touchent & s'attachent ensemble , si ce n'est en les fondant , ou en les mouïllant

halant; & que deux Plaques de marbre polies qui tiennent ensemble par un contact immédiat, sont difficilement appliquées si exactement l'une contre l'autre, qu'elles tiennent ainsi ensemble.

Sur ce pied-là, la Nature se trouvera très-simple & très-conforme à elle-même, produisant tous les grands mouvements des Corps Celestes par l'attraction d'une pesanteur réciproque entre ces Corps; & presque tous les petits mouvements de leurs particules, par quelques autres Puissances attractives & repoussantes, réciproques entre ces Particules. La *force d'inertie* est un Principe passif, par lequel les Corps persistent dans leur mouvement ou dans leur repos; reçoivent du mouvement à proportion de la force qui l'imprime, & résistent autant que les autres Corps leur résistent. Ce Principe tout seul n'auroit jamais pû introduire aucun mouvement dans le Monde: il en falloit nécessairement quelque autre pour mettre les Corps en mouvement; & à présent qu'ils y sont, quelque autre Principe est nécessaire pour conserver leur mouvement. Il s'ensuit très-certainement de la différente composition de deux Mouvements, qu'il n'y a pas toujours la même quantité de mouvement dans le Monde: car si deux Globes, joints par une petite Verge, tournent d'un mouvement uniforme autour de leur commun Centre de gravité, tandis que ce Centre se meut unifor-

nement sur une Ligne droite tirée dans le Plan de leur mouvement circulaire ; la somme des mouvements de ces deux Globes sera plus grande toutes les fois que les Globes seront dans la Ligne droite décrite par leur commun Centre de gravité , que ne sera la somme de leurs mouvements lorsque ces mêmes Globes seront dans une Ligne perpendiculaire à cette Ligne droite. Il paroît par cet Exemple que le Mouvement peut naître & perir : mais à cause de la tenacité des Corps Fluides , de l'attrition de leurs parties , & de la foible élasticité des Corps solides , le mouvement est beaucoup plus sujet à perir qu'à être produit ; il va toujours en déperissant : car les Corps qui sont ou parfaitement durs , ou si mous qu'ils n'ont aucune élasticité , ne réjailliront point après s'être choqués ; tout ce que fait l'impénétrabilité , c'est d'arrêter leur mouvement. Si deux Corps égaux allant directement l'un vers l'autre avec des vitesses égales , se rencontrent dans le Vuide , par les Loix du Mouvement ils s'arrêteront à l'endroit où ils viendront à se rencontrer , perdront tout leur mouvement , & demeureront en repos, à moins qu'ils ne fassent ressort , & que le ressort ne leur donne un nouveau mouvement. S'ils ont un degré d'élasticité qui suffise pour les faire réjaillir avec un quart , ou la moitié , ou les trois

quarts de la Force qui les pousse l'un contre l'autre, ils perdront les trois quarts, ou la moitié, ou le quart de leur mouvement. C'est ce qu'on peut éprouver en faisant tomber, de hauteurs égales, deux Pendules égaux l'un contre l'autre : si les Pendules sont de plomb, ou d'argile molle, ils perdront tout, ou presque tout leur mouvement ; si ce sont des Corps élastiques, ils perdront tout leur mouvement, excepté celui qui leur reviendra de leur élasticité. Si l'on dit qu'ils ne peuvent perdre qu'autant de mouvement qu'ils en communiquent à d'autres Corps, il s'ensuivra delà que dans *le Vuide*, ils ne peuvent point perdre de mouvement ; & que lorsqu'ils viennent à se rencontrer, ils doivent continuer d'aller en avant, & de pénétrer réciproquement les dimensions l'un de l'autre. Si l'on remplit trois Vases ronds d'une égale capacité, l'un d'Eau, l'autre d'Huile, & le troisième de Poix fonduë ; & qu'on agite également en rond ces Liqueurs pour leur donner un mouvement de tourbillon : la Poix perdra bientôt son mouvement à cause de sa tenacité ; l'Huile le conservera plus long-temps, parce qu'elle est moins tenace ; & l'Eau, qui est moins tenace que l'Huile, le conservera encore davantage, mais le perdra pourtant en peu de temps. D'où il est aisé d'inferer que si plusieurs Tourbillons contigus, composés de Poix fonduë, étoient chacun aussi vastes que ceux que

certaines Philosophes supposent tourner autour du Soleil & des Etoiles Fixes ; ces Tourbillons & toutes leurs parties s'entre-communiqueroient leur mouvement par leur tenacité & leur roideur , jusqu'à ce qu'ils fussent tous réduits dans un parfait repos. Des Tourbillons d'Huile ou d'Eau , ou de quelqu'autre matiere plus fluide , pourroient continuer plus long-temps en mouvement ; mais à moins que la matiere de ces Tourbillons ne fut absolument exempte de tenacité , d'attrition dans ses parties , & de communication de mouvement ( ce qu'on ne doit pas supposer ) leur mouvement iroit sans cesse en déperissant. Puis donc que les divers mouvements qu'on observe dans le Monde , diminuent incessamment , il est nécessaire que le Mouvement soit conservé & renouvelé par des Principes actifs , tels que sont *la Cause de la gravité* , qui fait que les Planetes & les Cometes conservent leur mouvement dans leurs Orbes , & que le mouvement des Corps augmente si fort en tombant ; *la Cause de la fermentation* , qui fait que le Cœur & le sang des Animaux se conservent dans un mouvement & une chaleur continuelle , que les parties interieures de la Terre sont constamment échauffées & acquièrent en certains endroits un très-grand degré de chaleur , que les Corps brûlent & jettent une Lumiere éclatante , que les Montagnes s'enflamment , que les Cavernes de la Terre sont

enlevées, que le Soleil continuë d'être extrêmement chaud & lumineux, & qu'il échauffe toutes choses par sa Lumiere: car il y a très-peu de mouvement dans le Monde qui ne doive son origine à ces Principes actifs. Sans ces Principes, le Corps de la Terre, les Planetes, les Cometes, le Soleil, avec tout ce qu'ils contiennent, deviendroient froids & glacés, & ne seroient plus que des Masses inactives; il n'y auroit plus ni corruption, ni génération, ni vegetation, ni vie; & les Planetes & les Cometes ne resteroient point dans leurs Orbes.

Toutes ces choses dûëment considérées, il me semble très-probable qu'au commencement Dieu forma la Matiere en particules solides, massives, dures, impénétrables, de telles grandeurs & figures, avec telles autres propriétés, en tel nombre, en telle quantité, & en telle proportion à l'Espace, qui convenoient le mieux à la fin pour laquelle il les formoit; & que par cela même que ces Particules primitives sont solides, elles sont incomparablement plus dures qu'aucun des Corps poreux qui en sont composés; & si dures qu'elles ne s'usent ni ne se rompent jamais, rien n'étant capable, selon le cours ordinaire de la Nature, de diviser en plusieurs parties ce qui a été fait originaiement un, par la disposition de Dieu lui-même. Tandis que ces Particules continuënt dans leur entier, elles peuvent constituer dans tous les

siècles des Corps d'une même nature & con-  
 texture : mais si elles venoient à s'user ou à être  
 mises en pieces , la nature des choses qui dé-  
 pend de ces Particules , telles qu'elles ont été  
 faites d'abord , changeroit infailliblement. L'Eau  
 & la Terre , composées de vieilles Particules  
 usées , & de fragments de ces particules , ne se-  
 roient pas à présent de la même nature , & con-  
 texture que l'Eau & la Terre qui auroient été  
 composées au commencement de particules en-  
 tieres. Par conséquent , afin que la Nature  
 puisse être durable , l'alteration des Etres Cor-  
 porels ne doit consister qu'en différentes sépa-  
 rations , nouveaux assemblages & mouvements  
 de ces Particules permanentes ; les Corps com-  
 posés étant sujets à se rompre , non par le mi-  
 lieu de ces Particules solides , mais dans les en-  
 droits où ces Particules sont jointes ensemble ,  
 & ne se touchent que par un petit nombre de  
 points.

Il me semble d'ailleurs que ces Particules ont  
 non seulement *une force d'inertie* , accompagnée  
 des Loix passives du mouvement , qui résultent  
 naturellement d'une telle *force* ; mais qu'elles  
 sont aussi mués par certains Principes actifs , tel  
 qu'est celui de la Gravité , & celui qui produit  
 la fermentation & la cohésion des Corps. Je ne  
 considère pas ces Principes comme des Qualités  
 occultes , qui soient supposées résulter de la  
 forme spécifique des Choses ; mais comme des

Loix générales de la Nature, par lesquelles les Choses mêmes sont formées; la vérité de ces Principes se montrant à nous par les Phenomenes, quoiqu'on n'en ait pas encore découvert les Causes: car ces Qualités sont manifestes, & il n'y a que leurs Causes qui soient occultes. Les *Aristoteliciens* ont donné le nom de *Qualités occultes*, non à des qualités manifestes, mais à des qualités qu'ils supposoient être cachées dans les Corps, & être les Causes inconnuës d'Effets manifestes, telles que seroient les Causes de la pesanteur, des attractions magnetiques & électriques, & des fermentations, si nous supposions que ces Forces ou Actions procedassent de Qualités qui nous fussent inconnuës, & qui ne pussent jamais être découvertes. Ces sortes de Qualités occultes arrêtent le progrès de la Philosophie Naturelle, & c'est pour cela qu'elles ont été rejetées dans ces derniers temps. Nous dire que chaque espece de choses est douée d'une qualité occulte spécifique, par laquelle elle agit & produit des effets sensibles; c'est ne nous rien dire du tout: mais déduire des Phenomenes de la Nature deux ou trois Principes généraux de mouvement, & nous expliquer ensuite comment les propriétés & les actions de toutes les Choses corporelles découlent de ces Principes manifestes; ce seroit faire un progrès très-considerable dans la Philosophie, quoique les causes de ces Principes ne

fussent

fussent point encore découvertes. Sur ce fondement, je ne fais pas difficulté de proposer les Principes de mouvement mentionnés ci-dessus; puisqu'ils sont d'une étendue fort générale: je laisse à d'autres le soin d'en découvrir les causes.

Au reste, c'est à l'aide de ces Principes qu'il semble que toutes les choses matérielles aient été composées de ces Particules dures & solides décrites \* ci-dessus, diversement assemblées dans la première formation des Choses par la direction d'un Agent intelligent: car c'est à celui qui créa ces Particules, qu'il appartenait de les mettre en ordre. Et s'il l'a fait, ce ne seroit pas agir en Philosophe que de rechercher aucune autre origine du Monde, ou de prétendre que les simples Loix de la Nature aient pû tirer le Monde du Chaos, quoiqu'étant une fois fait, il puisse continuer plusieurs siècles par le secours de ces Loix. Car tandis que les Comètes se meuvent en tous sens dans des Orbes extrêmement excentriques, un Destin aveugle ne pouvoit jamais faire mouvoir toutes les Planètes en un même sens dans des Orbes concentriques, à quelques irrégularités près, de nulle importance, lesquelles peuvent provenir de l'action mutuelle que les Comètes & les Planètes exercent les unes sur les autres, & qui seront sujettes à augmenter jusqu'à ce que ce Systême ait besoin d'être réformé: une Uniformité si

\* Pag.  
571. 586.

merveilleuse dans le Sytème Planetaire doit être nécessairement regardée comme l'effet du Choix. Il en est de même de l'uniformité qui paroît dans les Corps des Animaux : car en général les Animaux ont deux Côtés, l'un droit, & l'autre gauche, formés de la même maniere; & sur ces deux Côtés, deux Jambes par derriere, & deux Bras ou deux Jambes ou deux Ailes par devant sur leurs Epaules; & entre leurs Epaules un Col qui tient par en bas à l'épine du Dos avec une Tête par dessus, où il y a deux Oeilles, deux Yeux, un Nez, une Bouche & une Langue, dans une même situation. Si après cela vous considerez à part la premiere formation de ces mêmes Parties, dont la structure est si exquise, comme celle des Yeux, des Oeilles, du Cerveau, des Muscles, du Cœur, des Poumons, du Diaphragme, des Glandes, du Larinx, des Mains, des Ailes, de la Vessie d'air qui soutient les Poissons dans l'Eau, des Membranes pellucides dont certains Animaux se couvrent les yeux à leur gré, & qui leur tiennent lieu de Lunettes naturelles; & la formation des autres Organes des Sens & du Mouvement : si vous joignez à ces considerations celle de l'Instinct des Brutes & des Insectes, vous conviendrez que tout cet Artifice ne peut être que l'effet de la sagesse & de l'intelligence d'un Agent puissant, & toujours vivant, qui par cela qu'il est present par tout, est

plus capable de mouvoir par sa volonté les Corps dans son \* *Sensorium* uniforme & infini, & par ce moyen de former & de reformer les parties de l'Univers, que nous ne le sommes par notre Volonté, de mettre en mouvement les parties de notre propre Corps. Nous ne devons pourtant pas confiderer le Monde comme le Corps de Dieu, ni les différentes parties du Monde comme autant de parties de Dieu. Dieu est un Etre uniforme, sans organes, sans membres ou parties; & toutes les différentes parties du Monde étant ses Créatures, lui sont subordonnées, & dépendent entièrement de sa Volonté: il n'est non plus leur Ame que l'Ame de l'Homme est l'Ame des Images, qui par les Organes des Sens sont portées dans le lieu de ses Sensations où elle les apperçoit par sa présence immédiate sans l'intervention d'aucune troisième Chose. Les Organes des Sens n'ont pas été formés pour mettre l'Ame en état d'appercevoir les Espèces ou Images des Choses dans son *Sensorium*, mais seulement pour les conduire en cet endroit-là; & Dieu n'a pas besoin de pareils Organes, parce qu'il est présent partout aux Choses mêmes. Comme l'Espace est divisible à l'infini, & que la Matière n'est pas nécessairement dans toutes les parties de l'Espace, il faut convenir aussi que Dieu peut créer des particules de Matière de différentes grosseurs & figures en différents nombres, & en dif-

\* Pag. 545

ferentes quantités par rapport à l'Espace qu'elles occupent, & peut-être même de différentes densités & de différentes forces; & diversifier par là les Loix de la Nature, & faire des Mondes de différentes especes en différentes parties de l'Univers. Je ne vois du moins aucune contradiction en tout cela.

Dans la Physique tout aussi bien que dans les Mathematiques, il faut employer dans la recherche des Choses difficiles, la Methode Analytique avant que de recourir à la Methode Synthetique. La premiere de ces deux Methodes consiste à faire des Experiences & des Observations, à en tirer par induction des conclusions générales, & à n'admettre aucune objection contre ces Conclusions qui ne soit prise de quelque Experience ou d'autres Verités certaines: car pour les Hypotheses, il ne faut y avoir aucun égard dans la Philosophie Experimentale. Quoique les raisonnements fondés par induction sur des Experiences & des Observations, n'établissent pas démonstrativement des Conclusions générales, c'est pourtant la meilleure maniere de raisonner que puisse admettre la nature des choses; & elle doit être reconnuë pour d'autant mieux fondée, que l'induction est plus générale. Et s'il n'y a aucune Objection de la part des Phénomènes, on peut tirer une Conclusion générale: mais si dans la suite il se présente quelque exception de la part des Phe-

nomenes , il faut alors que la Conclusion soit limitée par telles ou telles exceptions qui se présentent. A la faveur de cette espece d'Analyse , on peut passer des Composés aux Simples , & des Mouvements aux Forces qui les produisent , & en général des Effets à leurs Causes , & des Causes particulieres à de plus générales , jusqu'à ce qu'on parvienne aux plus générales : telle est la Methode qu'on nomme *Analyse*. Pour la *Synthese*, elle consiste à prendre pour Principe , des Causes connues & éprouvées ; à expliquer par leur moyen les Phénomènes qui en proviennent , & à prouver ces Explications.

Dans les deux premiers Livres de ce *Traité d'Optique* , j'ai employé l'Analyse pour découvrir & prouver les differences originaires des Rayons de Lumiere par rapport à la *Refrangibilité* , à la *Reflexibilité* , & à la *Couleur* ; leurs *Accès alternatifs de facile Reflexion* , & de *facile Transmission* , & les Propriétés des Corps , tant Opaques que Transparents , d'où dépendent leurs Reflexions & leurs Couleurs. Ces découvertes une fois vérifiées , on peut s'en servir par la Methode synthetique comme de Principes pour expliquer les Phénomènes qui en découlent. J'ai donné un Exemple de cette Methode à la fin du PREMIER LIVRE. Dans ce Troisième Livre , je n'ai fait que commencer l'Analyse de ce qui reste à découvrir touchant la Lumie-

594 *Traité d'Optique, sur la Lumière,*  
re, & ses effets sur les Corps Naturels, ayant  
insinué plusieurs choses sur cet Article, & lais-  
sant aux Curieux le soin d'examiner ces légères  
Reflexions, & de les perfectionner par des Ex-  
periences & des Observations plus recherchées.  
Si par cette methode on vient enfin à per-  
fectionner la Physique dans toutes ses Parties,  
l'on étendra aussi les bornes de la Morale : car  
autant que nous pouvons connoître par le se-  
cours de la Physique, ce que c'est que la Cause  
Premiere, quelle puissance elle a sur nous, &  
de quels Bienfaits nous lui sommes redevables ;  
jusques-là nous pouvons découvrir par la Lu-  
miere Naturelle notre Devoir envers Dieu,  
aussi-bien que les Devoirs auxquels nous som-  
mes obligés les uns envers les autres. Et si les  
Payens n'eussent pas été aveuglés par le culte  
des Faux Dieux, ils auroient sans doute poussé  
leur Philosophie Morale bien au-delà des qua-  
tre Vertus Cardinales ; & au lieu d'enseigner la  
Transmigration des Ames, & le culte du So-  
leil & de la Lune, & des Heros décedés, ils  
nous auroient appris à adorer notre suprême  
Bienfaiteur, le veritable Auteur de notre Etre,  
comme firent nos premiers Peres avant que d'a-  
voir corrompu leur Esprit & leurs Mœurs : car  
la Loi Morale qui étoit observée par toutes les  
Nations, tandis qu'elles vivoient en Chaldée  
sous la direction de Noé & de ses Enfants, ren-  
fermoit le Culte d'un seul Dieu suprême ; & la

transgression de cet Article fut punissable, longtemps après, devant le Magistrat des Gentils, Job. xxxi. Moÿse en ordonna aussi l'observation à tout Etranger qui habitoit parmi les Israëlites. Selon les Juifs, c'est une Loi qui est encore imposée à toutes les Nations de la Terre par les sept Preceptes des Enfants de Noé; & selon les Chrétiens, par les deux grands Commandemens, qui nous enjoignent d'aimer Dieu & notre Prochain: sans cet Article, la Vertu n'est qu'un vain nom.

*Fin du Troisième & dernier Livre.*

---

*Fautes à corriger.*

- Pag. 45. lig. dern. *vol r*, lisez *volet*  
pag. 88. lig. 8. *parall le*, lisez *parallele*  
pag. 88. lig. 12.  $\frac{AD}{EF}$ , lisez  $\frac{AD}{EF}$ .  
pag. 111. lig. 5. *Prisme*, lisez *Prisme* ;  
pag. 241. lig. 23.  $\frac{5}{6}$ ,  $\frac{1}{3}$ , lisez  $\frac{5}{6}$ ,  $\frac{2}{3}$   
pag. 266. Tab. *dom. 1. vis-à-vis de Bleu*, lisez  $2 \frac{2}{5}$ .  
pag. 273. lig. 1. *couleur*, lisez *couleur*  
pag. 462. lig. 25. la quatrième & la cinquième fraction sont  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{2}{5}$   
pag. 525. lig. 26. *Parallelepiped*, lisez *Parallelepiped*.  
pag. 573. lig. 2. *les unes les autres*, lisez *les unes aux autres*.

Les pages qui devoient être 138, 139, 140, 260, 261, 264, 285, sont ici marquées 130, 131, 132, 261, 260, 262, 245 : mais ces méprises ne sont d'aucune conséquence, ces pages n'étant citées nulle part, & ne causant aucun dérangement dans le Texte.

On a aussi marqué 442, la page qui devoit être 342 ; & ayant continué de marquer les suivantes sur ce pied-là, on a fait paroître ce Livre de cent pages plus qu'il n'a ; c'est aussi là toute la conséquence de cette dernière méprise.