

N° D'ORDRE

480.

# THÈSE

PRÉSENTÉE

## A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

### LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES ,

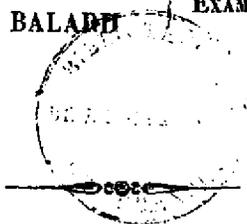
Par **J. TROUËSSART**,

Ancien Elève de l'École Normale , Agrégé pour les Sciences Physiques et Mathématiques ,  
Professeur de Sciences Physiques au Lycée Impérial de Brest.

THÈSE DE PHYSIQUE : RECHERCHES SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES  
DE LA VISION.

Soutenue le 21 Août 1854, devant la Commission d'Examen.

MM. DUMAS , PRÉSIDENT.  
DESPRETZ )  
BALARD ) EXAMINATEURS.



**BREST**,

ÉDOUARD ANNER , IMPRIMEUR-LIBRAIRE ,  
32 , RUE SAINT-YVES , 32.

1854.

# ACADÉMIE DÉPARTEMENTALE DE LA SEINE.

## FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

DOYEN.....	MILNE EDWARDS, professeur.	Zoologie, Anatomie, Physiologie.
PROFESSEURS HONORAIRES.....	Le baron THÉNARD. BIOT. MIRBEL. PONCELET.	
PROFESSEURS.....	CONSTANT PRÉVOST.....	Géologie.
	DUMAS.....	Chimie.
	DESPRETZ.....	Physique.
	STURM.....	Mécanique.
	DELAFOSSÉ.....	Minéralogie.
	BALARD.....	Chimie.
	LEFÉBURE DE FOURCY.....	Calcul différentiel et intégral.
	CHASLES.....	Géométrie supérieure.
	LEVERRIER.....	Astronomie physique.
	DUHAMEL.....	Algèbre supérieure.
	CAUCHY.....	Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	GEOFFROY SAINT-HILAIRE.	Anatomie, Physiologie comparée, Zoologie.
	LAMÉ.....	Calcul des probabilités, Physique mathématique.
	DELAUNAY.....	Mécanique physique.
	PAYER.....	<del>Organographie végétale.</del> <i>Botanique.</i>
	P. DESAINS.....	Physique.
	C. BERNARD.....	Physiologie générale.
AGRÉGÉS.....	MASSON.....	} Sciences physiques.
	PELIGOT.....	
	BERTRAND.....	} Sciences mathématiques.
	J. VIEILLE.....	
	DUCHARTRE.....	Sciences naturelles.
SECRETARE.....	E. P. REYNIER.....	

# RECHERCHES

## Sur quelques Phénomènes

DE

### LA VISION.

---

Un organe parfait n'est pas toujours le mieux disposé pour servir à expliquer ses propres fonctions.

FLEIDNER (DE HANAU). *Annal. Von. POGGENDORF.* 1853. n° 3. p. 349.

Je suis persuadé que la disposition de l'œil, qui fait voir les objets multiples, est un *état normal* existant dans chaque œil, mais au plus haut degré chez les myopes.

(MILE (de Varsovie). *Journal de Physiologie* de Magendie, t. IV.

Ne sait-on pas combien de faits on laisse de côté, seulement parce qu'on en ignore l'explication.

H. WOLLASTON. *Annal. de Chimie*, t. 27. p. 402.

---

**L**A Vision est sans contredit une des questions les plus difficiles de l'optique. Elle touche, en effet, à tous les autres phénomènes de la lumière dont elle suppose l'explication, depuis les plus simples et les plus élémentaires, jusqu'à ceux qui dépendent des théories les plus élevées, non-seulement de la physique proprement dite, mais encore de la physiologie et des mathématiques appliquées. Aussi je n'ai pas la prétention de faire une théorie de la Vision. J'apporte seulement quelques matériaux à l'édifice. Je produirai ici quelques faits que je crois nouveaux. J'en exposerai d'autres en bien plus grand nombre que j'ai cru d'abord avoir découverts aussi le premier, mais que j'ai reconnu depuis avoir été très anciennement signalés et décrits par divers observateurs. Ils sont cependant encore ignorés de la plupart des

physiciens, ou relégués par eux dans la classe des anomalies. Je rapprocherai tous ces faits, je les discuterai, j'en ferai ressortir la liaison et la généralité, et je montrerai qu'il importe de les prendre en grande considération quand on cherche à expliquer les fonctions de l'œil.

Voici le point de départ de mes recherches. Les objets éloignés et les petits objets, vus de très près, à l'œil nu, me paraissent *multiples*. Tous les individus myopes, comme moi, que j'ai pu consulter ont reconnu la même multiplicité d'images des objets, dans les mêmes circonstances, sitôt que j'ai appelé sur ce point leur attention; car, on le sait, pour bien voir de semblables phénomènes, il faut être prévenu et attentif. Je croyais, je l'avoue, l'observation nouvelle, n'en ayant pas trouvé mention dans les meilleurs traités généraux de physique, ni même dans quelques traités spéciaux d'optique et de physiologie que je m'étais d'abord borné à consulter. Plus tard, je reconnus que le fait avait été déjà plusieurs fois observé et signalé, mais qu'il n'avait paru aux physiciens mériter d'autre intérêt que celui d'une anomalie assez rare et sans rapport avec les conditions ordinaires de la Vision. En effet, les savants les plus autorisés en cette matière enseignent que la *multiplicité des images*, que donne un même objet à certaines vues, est un fait tout exceptionnel ou un phénomène morbide sur lequel on ne peut rien établir de général, par rapport aux fonctions normales de l'œil, parce qu'il ne relève que d'une organisation vicieuse ou d'une affection pathologique, à laquelle même, depuis longtemps, les médecins ont imposé le nom de *Diplopie uniloculaire*.

Dans son beau Mémoire sur l'Irradiation, M. PLATEAU, (1) après avoir rappelé l'explication que donne KÉPLER de ce phénomène, s'exprime ainsi : « S'il se trompa à

(1) Qu'il me soit permis d'exprimer ici à M. PLATEAU ma vive reconnaissance pour l'obligeance toute gracieuse qu'il a mise à me communiquer son *Mémoire sur l'Irradiation*, et ses autres travaux sur la Vision. Il a bien voulu également, pour m'aider dans mes recherches, me signaler des sources à consulter qui m'étaient inconnues, et je lui en renouvelle publiquement mes sincères remerciements.

» l'égard de l'irradiation, c'est qu'il ne connaissait pas  
» nettement la propriété que possède un œil bien con-  
» formé de s'accommoder aux différentes distances des  
» objets. On le conçoit aisément, car sa propre vue était  
» *mauvaise* et les objets éloignés lui paraissaient *mul-*  
» *tiples.* » (1).

Nous lisons ensuite dans les *Comptes-rendus* des séances de l'Académie des Sciences. « M. JOURDAN DE LA CORETTERIE écrit relativement aux *images multiples* que lui présentent tous les points des corps qui réfléchissent une vive lumière, images qui tiennent *comme on le sait*, mais comme l'auteur de la lettre semble l'ignorer, à un *état anormal de l'organe de la Vision.* » (2). Nous croyons que cette note est de M. ARAGO, dont la signature est au bas de ce compte-rendu. Mon œil est organisé comme celui de KÉPLER et celui de M. DE LA CORETTERIE. Les objets éloignés me paraissent *multiples* et les petits objets vivement éclairés ou simplement placés sur un fond dont ils se détachent nettement, me présentent des *images multiples* quand je les regarde, à l'œil nu, de distances plus grandes ou plus petites que celle de ma vision distincte.

Lorsque j'eus connaissance des jugements portés sur ces apparences par des savants d'une autorité aussi respectable pour moi que le sont MM. ARAGO et PLATEAU; en faisant surtout attention que ces illustres physiciens formulaient leur décision comme un point de doctrine définitivement acquis à la science, je fus aussi moi-même disposé à croire que les phénomènes qui apparaissaient à mes yeux, étaient le résultat d'une conformation vicieuse et anormale, et que je ne pourrais rien en conclure quant aux conditions générales et régulières de la Vision. Et, en effet, mon œil a une constitution que j'ai cru d'abord n'être pas très commune, mais que depuis j'ai rencontrée assez fréquemment et chez des personnes qui, jus-

(1) *Mémoire sur l'Irradiation.* (Extr. du tome XI des Mémoires de l'Académie de Bruxelles), page 8.

(2) *Comptes-rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 1840, premier semestre, page 377.

que là ne l'avaient pas encore remarqué. Je suis légèrement myope pour les distances ordinaires auxquelles on lit et on écrit, et très myope pour les grandes distances. Ainsi, je puis lire et écrire très facilement sans lunettes, en tenant l'œil à 22 ou 23 centimètres du papier. Mais il m'est impossible de déchiffrer à vingt-cinq pas les enseignes des boutiques de marchands, même celles qui sont écrites en très gros caractères (1). Cependant comme j'avais déjà, fort heureusement, je crois, beaucoup étudié ces phénomènes, avant de savoir qu'ils étaient généralement attribués à un vice organique, encore mal défini, qui affectait certaines vues, leur singularité, leur liaison, leur régularité, l'explication si simple et si naturelle que j'étais parvenu à en donner, tout cela m'engagea à poursuivre mes recherches. Enfin, je reconnus que la constitution de mon œil n'offre que l'*exagération* d'un défaut dont tous les yeux sont plus ou moins affectés. Par l'expérience que j'en fis faire à d'autres personnes, aussi bien que par ce que j'appris en consultant les différents travaux publiés sur la Vision, il me fut démontré que non-seulement les vues myopes, *sans exception*, voyaient les objets *plus* ou *moins* multiples à des distances plus grandes ou plus petites que celle de la vision distincte, mais encore que les vues les plus longues et les meilleures pouvaient observer, *au moins en partie*, les mêmes faits à la condition d'interposer entre l'œil et l'objet un verre lenticulaire convergent, ou simplement en regardant de *très loin* les objets très lumineux à travers une *fente étroite*.

Aujourd'hui, en y réfléchissant, je suis à me demander comment j'ai pu être tenté un seul instant d'abandonner mes recherches, en me laissant ébranler par cette considération que les phénomènes observés jusque-là par moi étaient le résultat d'une organisation vicieuse et anormale de mon œil, comme celle des yeux de quelques autres observateurs qui avaient signalé les mêmes faits; car, au point de vue d'une haute et saine philosophie, c'était une raison au contraire de continuer et de pour-

(1) Je ferai plus loin, dans une note, l'analyse des faits particuliers que présente ma vue.

suivre cette étude avec plus d'ardeur et plus de confiance. Une organisation vicieuse et anormale, en effet, est tout aussi bien dans la nature que l'organisation normale. C'est seulement un cas particulier que l'on ne sait pas encore ramener aux lois générales, mais qui doit cependant y rentrer, en tant que naturel. *Il n'y a plus de monstres*, plus de caprices de la nature, plus de *Ludi naturæ*, dans le sens où en l'entendait autrefois. Les anomalies organiques ne sont que des cas singuliers où les rapports habituels des choses, sans être rompus, sont *exagérés*, et où précisément, par cette raison même, ils peuvent être plus facilement aperçus. Là où il y avait rapprochement intime et soudure dans l'être normal, il y a, dans le monstre, éloignement et hiatus. La soudure naturelle ou plutôt habituelle avait pu échapper à l'observation, l'hiatus monstrueux la fait reconnaître. Les monstruosité, ou pour mieux dire les accidents tératologiques, sont donc de bonnes fortunes pour la science, et depuis les beaux travaux de MM. GÉOFFROY SAINT-HILAIRE, il n'y a pas eu d'étude plus féconde et plus fructueuse. Il ne peut en être de l'œil autrement que de tous les autres organes. Le vice de la vue des myopes ne pouvait être que l'exagération d'une constitution organique commune à tous les yeux et devait servir à la révéler (1).

Quoi qu'il en soit, ces réflexions ne s'étaient pas encore présentées à moi, lorsqu'en faisant des recherches historiques sur les phénomènes de la Vision, je découvris que ces faits de *multiplicité d'images* dans les conditions *habituelles* d'une vue saine quoique myope, que je croyais nouveaux pour la science, n'en trouvant aucune trace dans nos traités de physique et même de physiologie ou d'optique les plus autorisés, avaient été observés pour la plupart et fort bien décrits long-

(1) Ceci était écrit lorsque j'ai trouvé à peu près la même idée dans deux mémoires, l'un déjà assez ancien de MILE, l'autre tout récent de M. FLIEDNER. Déjà POTERFIELD avait fait la remarque que les yeux presbytes et myopes ont le privilège d'apercevoir *leurs propres défauts*, ce qui n'arrive pas aux bonnes vues, quoiqu'elles aient à un moindre degré ces mêmes défauts. — POTERFIELD, dans les Ess. de la Soc. Méd. d'Edimb. trad. t. IV, 316.

temps avant moi par KÉPLER, LA HIRE, JURIN et plus récemment par Bénédict PRÉVOST, par le professeur MILE, de Varsovie, et le célèbre physiologiste MULLER.

J'avoue que cette découverte me surprit beaucoup, parce que je ne pouvais comprendre comment des faits aussi *généraux* avaient été tenus si long-temps en oubli dans la science, et comment surtout ces habiles observateurs n'en avaient pas cherché tout d'abord l'explication dans l'hypothèse que je propose et qui me paraît en découler naturellement ou, pour mieux dire, forcément; car, loin de songer à cette explication si simple (1), dont LA HIRE avait déjà tous les éléments, ils ont supposé des organisations particulières pour chaque cas, ou bien ils ont eu recours à des théories très compliquées de l'optique qui, suivant moi, ne peuvent ici recevoir d'application. Aussi, aucune n'a-t-elle encore été acceptée par la science, et c'est pour cela que les physiiciens ont jusqu'à présent négligé ces faits dont ils ont méconnu la généralité. Car, ainsi que l'a observé WOLLASTON, nous laissons de côté bien des faits, uniquement parce que nous en ignorons l'explication.

Dans l'état actuel de la question, je puis donc dire que jusqu'ici personne encore n'a cherché à recueillir tous les faits de l'ordre que je viens de signaler, et que personne non plus n'a entrevu l'explication qui peut en être donnée, sans sortir de la théorie générale et élémentaire de la vision. Si je ne me fais pas illusion, l'hypothèse que je propose explique non-seulement tous les faits dits anormaux de la *multiplicité des images*, et qui sont beaucoup plus généraux qu'on ne le pense communément, mais, de plus, ces faits eux-mêmes seraient liés aux conditions de la Vision distincte et confuse et serviraient à rendre compte de beaucoup d'autres phénomènes oculaires sur la cause desquels on est loin d'être d'accord, et en particulier sur ceux qui ont été confondus sous le nom d'irradiation.

(1) Depuis que ceci est écrit, j'ai trouvé que cette explication, était venue à l'esprit d'Alp. BOSELLI. Mais il ne paraît pas que ni lui ni personne y ait attaché la moindre importance, car je n'en retrouve la mention nulle part. (Voir suppl. au *Journal des savans*, 1<sup>er</sup> Nov. 1672).

Je diviserai mon travail en deux parties : la première comprendra un résumé historique des hypothèses émises sur le mode selon lequel s'effectue la Vision chez l'homme, en la considérant soit d'une manière générale, soit en tant que distincte ou confuse. Dans la seconde partie, j'exposerai les faits de *multiplicité d'images* et de *chromasie oculaire*, d'abord séparément, puis combinés entr'eux et avec quelques autres phénomènes d'un autre ordre, et je ferai voir que tous ces faits doivent être pris en grande considération, si l'on veut se rendre compte des phénomènes de la Vision dans la théorie qui est généralement reçue.

---

## Première Partie.

---

### ARTICLE PREMIER.

#### *Des Théories de la Vision jusqu'à KÉPLER.*

---

Jusqu'à la découverte de la chambre obscure, faite par J. B. PORTA vers le milieu du XVI<sup>e</sup> siècle, et l'explication des phénomènes qu'on y observe, donnée pour la première fois par l'immortel KÉPLER, on n'avait eu que des idées fort vagues sur la manière dont se fait la Vision.

Dans son magnifique éloge de Thomas YOUNG, M. ARAGO, faisant allusion aux opinions des anciens philosophes sur la théorie de la Vision, dit fort plaisamment « qu'aujourd'hui leurs conceptions ne pourraient guère être citées que pour justifier cette célèbre et *trop juste* sentence de CICÉRON : on ne saurait rien imaginer de si absurde qui n'ait trouvé quelque philosophe capable de le soutenir. » Nous en demandons bien pardon à l'illustre savant (1). Les PYTHAGORE, les LEUCIPPE, les PLATON et

(1) VOLTAIRE aussi s'est égayé avec infiniment d'esprit sur le compte de la physique des Grecs, à propos de leurs doctrines

les ARISTOTE, même en matière de physique, ne méritent pas d'être traités avec si peu de respect. Dans l'espèce, et quant au fond, leurs conceptions, loin d'être absurdes, sont au contraire parfaitement logiques et naturelles. A l'époque où l'esprit humain, essayant ses forces et cherchant sa voie, ne savait point encore interroger la nature par l'expérience, ce que les philosophes ont proposé sur la Vision était tout ce qu'on pouvait, je dis plus, tout ce qu'on devait imaginer sur la Vision. Cela est tellement vrai, que si les documents historiques faisaient défaut, il serait très facile de retrouver, *à priori*, les diverses opinions qui ont pu être émises sur le mode de communication entre l'œil et les objets extérieurs, pour qu'il en résulte pour nous la sensation de la vue.

En effet, toute sensation, se réduisant, en définitive, au toucher, suppose contact et tout contact suppose matière. Mais toutefois le contact seul ne suffit pas pour produire une sensation. Il ne faut pas que ce soit un contact continu, mais un contact incessamment renouvelé; en d'autres termes, de la *matière en mouvement* dont les impressions sur l'organe soient alternatives et successives. *La sensation de la lumière suppose donc une matière en mouvement entre l'œil et l'objet visible.* Mais cette matière peut aller de l'œil à l'objet, ou venir de l'objet à l'œil, ou bien, remplissant d'avance tout l'espace, vibrer entre l'œil et l'objet, comme l'air entre l'oreille et le corps sonore, ou comme le bâton entre les mains de l'aveugle; enfin il y a encore une quatrième opinion qui admettrait la combinaison des deux premiers modes, c'est-à-dire, la nécessité du concours de deux matières, l'une allant de l'œil à

mêmes sur la lumière qu'il traite d'absurde galimatias. Mais lorsqu'il écrivait ses *éléments de philosophie de Newton*, la bonne physique ne régnait pas encore chez nous, surtout dans les écoles. Il lui était permis d'attaquer sans ménagement, avec l'arme toute puissante du ridicule, des traditions surannées qui faisaient obstacle au progrès. Aujourd'hui, on peut sans danger rendre justice aux philosophes Grecs. Ce sont des puissances déchues que personne ne songe à relever. — (*Éléments de philosophie de Newton*, 2<sup>e</sup> partie, chap. 1<sup>er</sup>.)

l'objet, l'autre de l'objet à l'œil. Ces quatre hypothèses ont été faites dès l'origine de la science par les philosophes grecs.

Les anciens Pythagoriciens avaient pensé qu'un feu invisible, sortant de l'œil, allait toucher les objets et en faisait connaître les formes et les couleurs. C'était positivement l'opinion d'ARCHITAS, un des maîtres de PLATON, au témoignage d'APULÉE (1). HIPPARQUE s'appropriant cette doctrine « tenait que les rayons lancés de l'un et l'autre de nos yeux venant à embrasser de leurs deux bouts, ne plus ne moins que par attouchement des mains, l'extériorité des corps objectez, emportent la compréhension à la puissance visive » (2).

Les stoïciens conservèrent la même opinion, en y ajoutant une réaction de la part de l'air dont il n'est pas facile de se rendre compte. Ils donnaient à ce fluide invisible émis par les yeux, tantôt le nom de *souffle visuel*, tantôt celui de *rayons de feu de la vue*, et ils pensaient que ces rayons de la vue, émanant de l'âme humaine, produisaient une sorte de tension dans un cône d'air dont la base était à l'objet et la pointe sur la prunelle, et que cet air, réagissant sur l'œil, servait d'intermédiaire entre l'organe et l'objet (3). DIOGÈNE-LAERCE ajoute : « selon APOLLODORE, la partie de l'air qui forme la pointe du cône est tournée vers l'œil, et la base vers l'objet qu'on regarde, comme si on écartait l'air avec une baguette pour mettre l'objet à découvert » (4).

Les anciens atomistes et les épicuriens pensaient au contraire que les images, *eidola*, se détachant sans cesse des objets venaient frapper les yeux. Suivant LEUCIPPE, « toute modification produite ou reçue a lieu en vertu d'un contact, toutes nos perceptions sont tactiles ; tous

(1) APULÉE, édition de 1601, in-12, pages 37 et 461. — Voir l'Appendice, n° 1.

(2) PLUTARQUE, des opinions des philosophes, IV-13, traduit. d'AMYOT. Voyez aussi NEMESIUS, de *natura hominis*, cap. 7, p. 138.

(3) HENRI MARTIN, *Études sur le Timée*, t. II., p. 158-161. — APULÉE, éd. de 1601, p. 461.

(4) DIOG.-LAERCE. *Vie de ZENON*.

nos sens sont des espèces de toucher. D'après cela, comme notre âme ne sort pas de nous pour aller toucher les objets extérieurs, il faut donc que ces objets viennent eux-mêmes toucher notre âme, en passant par les sens. Or, nous ne voyons pas les objets s'approcher de nous quand nous les percevons; il faut au moins qu'ils envoient à notre âme quelque chose qui les représente, des images, *eidola*, espèces d'ombres ou de simulacres matériels qui enveloppent les corps, voltigent à leur surface et peuvent s'en détacher pour apporter à notre âme les formes, les couleurs et toutes les autres qualités des corps d'où ils émanent.» (1). EPICURE et ses disciples adoptèrent cette hypothèse que LUCRÈCE a développée, et peut-être un peu modifiée, dans les différents livres de son beau poème (2).

L'Ecole pythagoricienne ne s'en tint pas exclusivement à la doctrine de ses premiers maîtres. Elle admit pour la Vision, comme pour toutes les autres perceptions, la nécessité du concours de deux agents ou de deux fluides, l'un interne, l'autre externe.

Le célèbre philosophe d'Agrigente dont les hautes spéculations sur *l'unité de composition et l'attraction du soi pour soi*, autrement dit, l'affinité du semblable pour le semblable, ont été renouvelées à notre époque, mais avec l'autorité de la science des faits, par l'illustre GEOFROY SAINT-HILAIRE; EMPEDOCLE, dis-je, admit que tous les objets de la nature envoient hors d'eux-mêmes certaines émanations ou *effluves* qui sont leurs parties pleines et solides. De plus, tous les objets de la nature sont poreux. Entre leurs parties pleines sont certains interstices qui en s'ajoutant les uns aux autres forment des conduits intérieurs appelés pores. Il doit y avoir convenance pour la grosseur et la forme entre les pores et les effluves de chaque objet. Toutes les sensations s'expliquent par l'entrée de certaines particules à travers les pores des organes, disposés de manière à leur laisser passage. La lumière, émanation du feu externe, élémentaire, *réfléchie* et non émise par le soleil et les corps lumineux, se pro-

(1) LAFAIST. Dissertation sur la philosophie atomistique.

(2) LUCRÈCE. Chant. IV. (Voir l'Appendice).

page à travers l'espace, comme le son et les odeurs. Nos yeux sont disposés pour recevoir et s'assimiler la lumière, comme l'oreille l'est pour le son, le nez pour les odeurs. Mais comme la sensation revient toujours à la connaissance du semblable et de ses qualités par le semblable, on conçoit qu'il puisse y avoir *réciprocité*, et que, dans certains cas, une *émission* du dedans au dehors se mêle à l'émission du dehors au dedans. C'est ainsi que, tout en accordant à la lumière une existence réelle et externe, et en la supposant portée du corps visible à nous, EMPEDOCLE croyait cependant que la vue se fait à la fois par les rayons visuels partis de l'œil et par les images envoyées par les objets, c'est-à-dire, par la ressemblance des objets que nous apporte la lumière extérieure et par les rayons que la chaleur lumineuse, qui constitue notre œil, projette de son côté sur les objets (1).

PLATON, qui avait été aussi, pour la physique et les mathématiques, le disciple des pythagoriciens, admit également que la Vision se fait par le concours de deux fluides lumineux, qui partent l'un de l'œil, l'autre des objets, et qui, par leur rencontre, déterminent la visibilité de ces objets.

« Dans la Vision directe, le feu intérieur qui sort de  
» l'œil et le feu intérieur qui vient de l'objet, se  
» réunissent sur une même ligne droite, s'arrêtent  
» mutuellement, s'unissent ensemble et forment, à leur  
» point de jonction, une sorte de corps qui, par le feu  
» extérieur est en rapport avec l'objet et par le feu in-  
» térieur, est en rapport avec l'âme, et qui se trouve ainsi  
» intimement uni à nous. Le mode d'union varie sui-  
» vant la couleur des objets d'où vient le feu extérieur (2).

» Avant tous les autres organes, dit PLATON, dans le  
» *Timée*, les Dieux formèrent les yeux porteurs de la  
» lumière, et les fixèrent dans le globe de la tête ;  
» d'après les motifs suivants. Ils surent faire que cette  
» portion du feu qui n'a pas la propriété de brûler,

(1) Voir ARISTOTE *de Animâ*. — PSEUDO-PLUTARCH. : *de Placitis Philosoph.* Liv. IV. — 9 — 13. — PLATON. *Menon*, etc.

(2) Henri MARTIN. *Études sur le Timée*, tom. II, page 158.

» mais de produire cette douce lumière qui ne manque  
» jamais de nous éclairer tous les jours, devint un corps  
» Car comme un feu pur et semblable à celui-là se  
» trouve au dedans de nous, ils firent en sorte que ce  
» feu formât, à travers les yeux, un courant composé tout  
» entier de parties fines et pressées; mais ils resserrèrent  
» surtout au milieu le tissu de l'œil, afin qu'il ne laissât  
» rien échapper de la lumière la plus grossière, et qu'il  
» laissât passer comme dans un filtre seulement cette  
» lumière parfaitement pure. Lors donc que la lumière  
» du jour rencontre le courant du feu visuel, alors le  
» semblable s'applique ainsi sur son semblable et s'unit  
» si intimement à lui, que s'identifiant ils forment un  
» corps unique, suivant la direction des yeux où la lu-  
» mière qui arrive de l'intérieur rencontre celle qui  
» vient des objets extérieurs. Ce corps de lumière éprou-  
» vant donc les mêmes affections dans toutes ses parties, à  
» cause de leur similitude, s'il touche quelques objets ou  
» si quelques objets le touchent, il en transmet tous les  
» mouvements dans tout le corps jusqu'à l'âme, et produit  
» ainsi cette sensation que nous nommons la vue. Mais  
» à l'arrivée de la nuit, le feu semblable se retire et le  
» corps de la lumière se trouve dissous. Car le feu interne  
» ne rencontrant à sa sortie rien de semblable, s'altère  
» lui-même et s'éteint parce qu'il ne peut plus s'unir à  
» l'air environnant qui ne contient plus de feu. L'œil ne  
» peut donc plus voir et appelle lui-même le som-  
» meil (1). »

Voilà déjà trois hypothèses : l'agent de la vision va de l'œil à l'objet ou de l'objet à l'œil; ou bien il y a deux agents : l'un intérieur, l'autre extérieur, allant à la rencontre l'un de l'autre et dont le concours est nécessaire. Restait une quatrième supposition, celle où la Vision serait due à un *simple mouvement*, non de transport mais d'agitation interne, d'un fluide interposé entre l'œil et l'objet, et c'est ARISTOTE qui, le premier (2), paraît l'avoir proposée. ARISTOTE a quelquefois va-

(1) Timée. Trad. de H. MARTIN. t. I, p. 123—125.—V. *Append.*

(2) THOMAS YOUNG en avait déjà fait la remarque — *Bibliothèque britannique*, t. IV.

Il s'est glissé plusieurs grosses erreurs dans la citation de la

rié, dans l'expression du moins, quand il a parlé du mode suivant lequel s'effectue la Vision, mais il est très explicite dans le *second livre du Traité de l'âme* : « que ce soit, dit-il, la lumière ou l'air qu'on suppose » interposé entre l'œil et l'objet visible, en tout cas, » c'est le *mouvement de ce milieu* qui fait voir. (1) » Ainsi donc, suivant ARISTOTE, « ce n'est point l'organe » de la vue qui sortant de l'œil va chercher l'objet; ce » n'est point non plus une émanation de l'objet qui va » chercher l'œil; enfin, l'organe et l'objet ne font pas la » moitié du chemin; mais l'objet agit sur le milieu, et » ce milieu modifié par cette action qui se transmet de » proche en proche, agit sur l'œil à son tour. L'a- » gent immédiat de l'impression faite sur l'organe de » la vue est donc, suivant ARISTOTE, une certaine mo- » dification (*Kinêsis*) produite par l'objet visible dans un » corps transparent interposé entre l'objet et l'œil du » spectateur. Ainsi point de vision, si ce n'est à dis- » tance; point de vision à travers le vide s'il pouvait » exister; point de vision à travers un corps opaque. » ARISTOTE distingue deux sortes de transparence, sa- » voir : la transparence en puissance et la transparence » en acte. La première consiste dans la propriété d'un » corps de pouvoir admettre en lui cette manière d'être » qu'on nomme lumière, et la seconde est la présence » réelle de la lumière dans un corps. La lumière elle- » même n'est point quelque chose de corporel. C'est » la qualité concrète des corps qui sont transparents » de la seconde manière; c'est la transparence en » acte, ou bien, ce qui est la même chose dans la » langue des péripatéticiens, l'*entéléchie du diaphane*. » La couleur est une espèce de lumière, c'est-à-dire une » certaine forme, une certaine détermination spéciale de » la transparence en acte produite dans le milieu par » l'état de la surface d'un objet visible. Si l'objet n'est » pas lumineux par lui-même, il faut que le milieu re-

*Biblioth. britan.* Nous avons refait, sur le texte de SCHNEIDER, (*Eclogæ physicæ*), la traduction des principaux passages cités par YOUNG, en y ajoutant plusieurs autres. — *V. Appendice.*

(1) ARISTOTE *de animâ*, liv. II., cap. 2

» çoive d'ailleurs la transparence en acte , c'est-à-dire  
» la lumière, et l'objet (ainsi éclairé) ne fait que déter-  
» miner la couleur. Au contraire , l'objet , lorsqu'il  
» est lumineux, suffit pour déterminer seul la couleur  
» en même temps que la lumière. Suivant ARISTOTE, il  
» y a deux éléments lumineux par eux-mêmes, c'est-  
» à-dire dont l'action produit , dans les milieux trans-  
» parents en puissance , la transparence en acte : ces  
» deux éléments sont le feu et le cinquième élément  
» dont les corps célestes sont composés, suivant ARIS-  
» TOTE. Quant à la nature de cette manière d'être ,  
» qu'on nomme lumière , il ne hasarde sur ce point  
» aucune hypothèse. Il dit bien que la couleur de l'ob-  
» jet met en mouvement (*Kinei*) le milieu transparent ;  
» mais rappelons-nous qu'il nomme aussi mouvement ,  
» *tout changement de qualité*. Il dit expressément que  
» ce qui est mouvement , ce n'est pas la blancheur ,  
» mais le passage d'une autre couleur à la blancheur » (1).

Nous ne sommes pas ici tout-à-fait de l'opinion de M. MARTIN, dont l'analyse, d'ailleurs, est fort exacte et très bien faite. Nous croyons que les interprètes et les commentateurs les plus anciens et les plus estimés d'ARISTOTE (2) ne laissent aucun doute sur le sens à donner à la doctrine péripatéticienne touchant la nature de la lumière. Il s'agit bien ici, au point de vue, je ne dis pas encore *scientifique*, mais *philosophique* du système des vibrations ou ondulations, autrement dit de L'ÉTHER, système qui a été repris par DESCARTES, du moins en partie, et enfin scientifiquement développé par HUYGHENS (3). C'est ainsi, du reste, que l'a compris GASSENDI (4) qui, le premier aussi, a exposé, en physicien, le système contraire de l'émission, auquel NEWTON donna plus tard sa forme définitive.

Nous croyons que tous les systèmes que nous venons

(1) HENRI MARTIN, *Études sur le Timée*, t. II, p. 160.

(2) Voir à l'Appendice la note n° 6. — Extraits de GASSENDI.

(3) HUYGHENS, *Traité de la lumière*, première édition en français, 1691. — LEYDE, in-12.

(4) *Gassendi opera*, t. I. — *Physica*, p. 421-432. — Voir l'extrait à l'Appendice.

d'exposer, considérés dans leur ensemble, et non dans quelque mince détail, dans un mot ou dans une phrase mal interprétée, n'ont en soi rien de ridicule, rien d'absurde. J'ajouterai même, qu'au fond ils ont tous une part de vrai, et que l'erreur des philosophes qui les ont soutenus, est seulement d'avoir été trop exclusifs. Jamais, quoi qu'on en dise, l'esprit humain, *même chez les philosophes*, ne s'attache fortement et par prédilection à l'erreur ou à l'absurdité. Dans tout ce qui entraîne l'assentiment *réfléchi* de l'homme, il y a une part de vrai. Mais la vérité dans la nature est *concrète*, à faces multiples. L'œil ne peut les embrasser toutes à la fois. L'erreur de chaque système consiste uniquement à prendre la face de la vérité, qu'on a aperçue d'un côté, pour la vérité tout entière. En somme, les philosophes grecs étaient d'accord entr'eux et d'accord avec les physiciens modernes. Tous admettaient les mêmes conditions essentielles pour la Vision, seulement chacun d'eux voulait subordonner les autres conditions à celle qu'il regardait comme primitive et dominante. Tous, en effet, reconnaissaient, au moins implicitement, comme choses nécessaires à la Vision : 1° une certaine disposition de l'organe, une puissance visuelle, une faculté *subjective* de la vue ; 2° une certaine disposition dans l'objet visible, un pouvoir d'agir *médiatement* sur l'œil, en un mot une propriété *objective* des choses visibles en rapport avec l'organe ; 3° enfin, une disposition dans milieu interposé par lequel se fait la communication entre l'œil et l'objet, c'est-à-dire, la condition d'un milieu convenable à la propagation de la lumière. Ainsi, par exemple, les épicuriens eux-mêmes sont les premiers à énoncer très explicitement qu'on ne voit pas sans attention, sans préparation et sans direction déterminée de la vue ; que la diversité des organes et du milieu modifie les impressions faites par les images (1) ; et il en est de même, pour les conditions extérieures, de ceux qui accordent davantage à la cause interne de la Vision.

Nous n'avons encore parlé jusqu'ici que des philo-

(1) Voir *Appendice*, la note n° 9.

sophes, qui nécessairement et selon l'ordre naturel du développement de nos connaissances, en s'occupant du phénomène de la Vision, avaient dû plus spécialement porter leur attention sur la partie psychologique et ontologique de la sensation de la vue. Les mathématiciens qui vinrent ensuite, tout en acceptant tel ou tel système sur la Vision, surent parfaitement reconnaître qu'il y avait, dans les phénomènes de la lumière, des *données de l'expérience* indépendantes de toutes les hypothèses et pouvant à elles seules servir de base à un édifice scientifique qui ne relèverait que de la géométrie. L'optique directe ou perspective, la catoptrique et même déjà un commencement de dioptrique, devinrent ainsi entre leurs mains de véritables sciences, et dès lors la théorie de la Vision prit une forme plus arrêtée, plus réellement physique. Bientôt les médecins physiologistes vinrent à leur tour éclairer la question par l'étude d'un autre ordre de faits, c'est-à-dire par l'étude de la structure et des fonctions de l'organe visuel lui-même.

Il nous reste, du moins en partie, trois anciens *traités d'optique*, sous les noms d'EUCLIDE, de PTOLÉMÉE et de DAMIEN-HÉLIODORE. Aujourd'hui, il paraît constant que l'auteur du plus ancien de ces traités d'optique est un autre EUCLIDE que le savant mathématicien dont les élémens de géométrie font encore la base de notre enseignement classique (1).

Cet EUCLIDE, quel qu'il soit, et qui probablement est de beaucoup postérieur au mathématicien dans le traité qui nous est venu sous son nom, ne parle de lui-même qu'à la troisième personne : *il dit, il montre*, ce qui semble indiquer que ce n'est qu'une analyse. Il commence par établir *expérimentalement* que la lumière se transmet en ligne droite. Il rejette et réfute l'hypothèse atomistique de l'émission ou émanation des images. Reprenant l'analogie du flambeau qui rayonne à travers une fente étroite et éclaire les corps extérieurs

(1) Il est certain, d'après le témoignage de PROCLUS et de THÉON, qu'EUCLIDE avait écrit sur l'optique; mais il n'est nullement certain que le traité, publié sous son nom, soit de lui.

sur lesquels tombe la lumière, il établit que la Vision se fait par des rayons rectilignes envoyés de l'œil aux objets visibles. Le faisceau de ces rayons forme un cône dont le sommet est à l'œil et la base sur les objets. Cette définition sert de fondement géométrique à toute l'optique ancienne jusqu'à KÉPLER. Il est bon de remarquer cette expression de rayons (actinés) réduite à ne signifier qu'une ligne droite lumineuse et par conséquent n'impliquant au fond la nécessité d'admettre aucune hypothèse sur la nature de la lumière. EUCLIDE explique ensuite comment, pour distinguer les objets, il faut fixer sur eux les regards. Car, de même qu'avec une lanterne sourde percée d'une fente étroite on n'éclaire que les objets sur lesquels tombent les rayons qui passent par l'ouverture, ainsi on ne voit que les choses sur lesquelles tombent les rayons partis de l'œil. Aussi cherche-t-on long-temps un petit objet à terre, telle qu'une aiguille, avant de le trouver, parce que les regards ne tombent pas dessus.

Nous n'avons pas le traité de Cl. PROLÉMÉE dans la langue originale, et je crois même qu'on n'a encore publié aucune des traductions manuscrites qui existent de cette optique. DELAMBRE, dans son *Histoire de l'Astronomie ancienne*, a donné l'analyse d'une de ces traductions latines, d'après un manuscrit de la bibliothèque impériale.

« PROLÉMÉE suppose, comme EUCLIDE, que la Vision se fait au moyen d'une pyramide (il emploie cette expression au lieu de cône), d'une pyramide de rayons visuels, dont le sommet est à l'œil et la base à l'objet visible. La vision, par l'axe de la pyramide, est plus juste et plus parfaite que par les rayons obliques..... La vue fait connaître le corps, sa grandeur, sa couleur, sa figure, enfin le mouvement et le repos; mais rien de tout cela sans un *lucide* et sans quelque chose qui empêche la pénétration..... Les ténèbres ne se voient pas, on ne les connaît que par privation. On voit mieux avec deux yeux qu'avec un seul. Avec un seul, on ne voit pas l'objet précisément à la même place qu'avec les deux. On voit l'objet simple si les deux pyramides sont dirigées de la même manière sur

l'objet ; on le voit double (1), si les axes ne sont pas dirigés d'une manière naturelle et si la distance est un peu moindre que l'intervalle entre les deux yeux..... La couleur fait partie du corps ; elle en est la couche extérieure..... l'œil sent la direction du rayon visuel qu'il envoie vers le corps ; il en sent également la longueur. Il juge de la grandeur de l'objet d'après la longueur de la pyramide combinée avec la grandeur de la base. » (2)

Sous le nom de DAMIEN ou d'HÉLIODORE, ou de DAMIEN-HÉLIODORE DE LARISSÉ (car on n'est pas encore bien fixé sur le nom qui lui convient), il nous est parvenu un traité d'optique écrit en grec, dont quelques fragments assez étendus furent publiés dès 1573, mais dont une édition plus complète a été donnée, en 1657, par le docteur BARTHOLIN. L'auteur reproduit en grande partie, et quelquefois presque textuellement, le travail d'EUCLIDE et de PTOLÉMÉE ; il y ajoute cependant quelques aperçus nouveaux. Comme EUCLIDE et PTOLÉMÉE, il admet que la Vision se fait par les rayons visuels allant de l'œil aux objets et compris dans un cône *orthogonal* (3). Mais il dit que le sommet de ce cône n'est pas à la surface de la pupille, car nous ne verrions pas alors de tous les points de cette pupille. Le sommet de ce cône est donc dans l'intérieur de l'œil et au centre d'une sphère dont la pupille forme la quatrième partie. Les objets peuvent donc être vus sous des angles aigus ou droits, mais nullement sous des angles obtus. C'est par les rayons de l'axe du cône des rayons visuels que nous voyons plus distinctement. Aussi la vue a-t-elle naturellement plus de force dans

(1) Cette observation est fort ancienne. Voir ARISTOTE, Probl. liv. XXXI, n° 11. — LUCRÈCE l'a fort bien décrite. Liv. IV, vers 449—454.

(2) DELAMBRE, *Histoire de l'Astronomie ancienne*, t. II, page 411 et suivantes. — Mémoires de VENTURI sur l'histoire et la théorie de l'optique. Bologne (1814). — Mémoires de M. CAUSSIN sur l'optique de PTOLÉMÉE (Mém. de l'Académie des Inscriptions, tome VI, année 1822.)

(3) Voir à l'Appendice la note n° 12.

la direction qui nous fait face que dans les directions obliques.

Il établit encore , plus nettement que ne l'avait fait EUCLIDE, la différence entre *voir distinctement*, ce qui ne peut avoir lieu que *successivement* pour toutes les parties de l'objet visible, et *voir confusément*, ce qui peut s'étendre à la fois à tout un quart de la sphère céleste ou à une partie correspondante de l'horizon.

Du reste, HÉLIODORE, PTOLÉMÉE et EUCLIDE ne s'occupent pas plus que les philosophes grecs de déterminer le véritable siège organique de la vision et les conditions physiologiques de la sensation de la vue. Les philosophes n'avaient envisagé la question qu'au point de vue philosophique : ils avaient cherché, à priori, quelles étaient les hypothèses à faire sur la nature de l'agent lumineux et sur la composition de l'œil, pour qu'elle fût appropriée à la nature de cet agent. Les mathématiciens, à leur tour, n'avaient abordé que le côté géométrique de la Vision. Pour eux, l'œil n'était qu'un point, les rayons lumineux des lignes droites, et la formation des images se réduisait à une question de géométrie descriptive, autrement dit, de perspective.

Pour que la théorie de la Vision fit de nouveaux progrès, il fallait que les médecins anatomistes s'emparassent de la question, et après avoir établi, d'une manière générale, les conditions physiologiques de toutes nos sensations, en fissent l'application au sens de la vue, c'est-à-dire, étudiassent la structure de l'œil, et cherchassent à rattacher plus spécialement une de ses parties au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique ; car ce sera jusqu'à cette terminaison nerveuse, de quelque façon que se fasse l'impression, que le physicien devra suivre l'agent extérieur de la Vision.

C'est GALIEN qui, le premier, a bien compris cette question ; du moins à en juger par les travaux scientifiques que le temps a épargnés ; c'est lui, je crois, qui le premier a établi que les nerfs qui animaient les organes spéciaux des sens venaient du cerveau ; qu'il fallait, pour que la sensation se produisît, que le nerf correspondant, et qui en était en quelque sorte le canal, fût sain et intact depuis le cerveau jusqu'à la partie de

l'organe où se faisait l'impression extérieure ; que , par conséquent, pour que la vision s'effectuât, il était nécessaire que les espèces ou images fussent reçues ou formées , en une certaine partie de l'œil , et que ce fût la partie à laquelle venait aboutir le nerf optique. Seulement, il se trompa dans la détermination de cette partie, en prenant le cristallin au lieu de la rétine. Mais *le principe de la méthode* était excellent , quoique l'application en fût défectueuse. La vraie méthode dans la science vaut mieux que telle ou telle vérité particulière.

Divers auteurs, KÉPLER entr'autres (1), ont attribué à DÉMOCRITE et à ARISTOTE d'avoir émis les premiers l'opinion que le *cristallin* était le siège spécial de l'impression visuelle. DÉMOCRITE, il est vrai, avait dit que la Vision se fait dans l'humide de l'œil, et même il avait pensé que cette humidité faisait l'office d'un miroir, dans lequel se *peint une image*. ARISTOTE, en admettant avec DÉMOCRITE que l'œil était de la nature de l'eau et non de celle du feu, comme le supposaient les pythagoriciens, réfutait l'analogie du miroir. Mais je n'ai trouvé nulle part dans les écrits qui nous restent de lui, qu'il nommât le cristallin comme la partie principale de l'œil, à moins d'entendre par-là l'*humide appelé pupille*, car c'est ainsi qu'il désigne, presque partout, la partie interne de l'œil par laquelle nous voyons. « Le dedans de l'œil, dit-il, dans son *Histoire des Animaux*, à savoir l'*humide par lequel on voit*, c'est la pupille (2). Plusieurs auteurs, en effet, et en particulier MAUROYCE, se sont servis du mot *pupilla* pour désigner le glacial ou cristallin (PHOTOSMI DE LUMINE, lib. I). Mais les opticiens grecs, et particulièrement HELIODORE n'entendent par *Korè* que l'ouverture de l'œil par laquelle sortent les rayons.

On a encore voulu attribuer à ARISTOTE l'opinion d'une liaison nécessaire du cristallin, ainsi défini, avec le cerveau. Il dit, en effet, dans le *Traité des parties*

(1) KÉPLER, *ad vitellionem parolip.*, p. 204. — *Cursus philosophicus*. P. AUGUST.-LAURENTII, t. II., p. 472.

(2) *Histoire des Animaux*, liv. I. chap. IX.

*des Animaux*. « L'organe de la vue (*opsis*) pour tous les animaux qui en sont doués, est avec raison placé aux environs du cerveau (*peri kephalon*), car le cerveau est froid et humide, et l'œil, quant à sa nature, est de l'eau. » (1). Mais GALIEN a fait observer qu'il ne paraît pas qu'ARISTOTE ait connu les véritables fonctions du cerveau et des nerfs qui en partent pour se rendre aux organes des sens. Son petit-fils, le célèbre médecin « ERASISTRATE, dit-il, avait enfin connu dans sa » vicillesse la véritable origine des nerfs ; ARISTOTE » l'a toujours ignorée : c'est pour cela qu'il hésite » sur la nécessité du cerveau. » (2). Quant à GALIEN, il établit de la manière la plus nette, *par l'expérience*, que c'est le cerveau d'où partent toutes les volitions transmises aux organes du mouvement et où aboutissent toutes les impressions extérieures faites sur les organes de la sensibilité ; que les nerfs sont les canaux ou véhicules d'un fluide particulier, dont le rôle est de rapporter au cerveau les impressions faites sur les organes, et de transmettre nos volitions du cerveau à nos membres. Aussi la section du nerf paralyse-t-elle, pour la sensibilité et le mouvement, l'organe ou le membre correspondant, dans toute la partie qui est *au-dessous* de la section, en laissant la fonction intacte *au-dessus* (3).

C'est donc dans les nerfs optiques, suivant GALIEN, que réside la partie principale de la vue. Ces nerfs sont percés d'un canal par où coule continuellement du cerveau aux yeux une grande abondance du fluide visuel, modification de ce fluide nerveux général ou *influx cérébral*, dont il admet la nécessité de l'écoulement par tous les nerfs pour déterminer le mouvement et la sensibilité. Ce canal, après avoir traversé les tuniques externes du globe oculaire, s'épanouit sous

(1) *Des parties des Animaux*, lib. I. chap. IX.

(2) GALIEN, *Comparaison des doctrines d'HIPPOCRATE et de PLATON*, liv. VII. chap. 8.

C'est aussi l'opinion de SCHNEIDER. *Eclogæ physicae*, t. II. p. 199.

(3) GALIEN, *ibid.* lib. VII. ch. 8. — *De usu partium*, lib. VIII IX et X.

forme d'un réseau (rétine), en embrassant le corps vitré. Il verse par conséquent son fluide dans cette humeur vitrée et dans l'humeur cristalline, dont il rend toute la substance *sensitive*, et ses parois dilatées, comme *une sorte filet* (ce qui a fait nommer ce corps *tunique amphiblastroïde*), viennent s'insérer au grand orbe du glacial ou cristallin. C'est par-là que le cristallin, véritable terminaison du nerf optique, devient la partie principale de l'œil (1), puisque c'est là que doit se faire l'impression de la lumière extérieure. Car de même que PLATON, GALIEN admet pour la Vision le concours de deux fluides lumineux, l'un interne, l'autre externe.

L'air est pour le fluide lumineux externe, ce qu'est le nerf pour le fluide visuel, c'est-à-dire, son canal et son véhicule. Le soleil répand son *influx* dans l'air, comme le cerveau le sien dans le nerf, et c'est par l'air illuminé que l'œil reçoit l'impression visuelle. Ainsi l'air est pour l'œil l'instrument de la perception des choses sensibles qui lui sont propres, comme le nerf l'est pour le cerveau. Il y a donc de l'œil à l'air le même rapport que du cerveau au nerf (2).

Quant à la nature de la lumière externe, GALIEN ne s'en occupe pas. Il se contente d'emprunter aux géomètres opticiens leur principe de la propagation de la lumière en ligne droite, et leur définition du cône des rayons visuels. Combinant ensuite ces données avec celles qu'il a établies lui même sur le siège de la sensation, il explique mieux qu'on ne l'avait fait jusque ~~à~~ quelques phénomènes de la Vision, et en particulier les conditions de la vue simple ou double avec les deux yeux (3).

En résumé, GALIEN nous semble avoir résolu la partie physiologique du problème de la Vision. Il a pu se méprendre sur le rôle de la rétine, mais il ne l'a pas complètement méconnu, le cristallin pour lui n'étant

(1) *Ib.* lib. X. chap. 4.

(2) *Comparaison des doctrines*, etc., liv. VII. chap. 4 et 5.

(3) *De l'usage des parties du corps humain*, liv. X. chap. 12.

sensible que parce qu'il est lié à la rétine et imbibé de fluide nerveux. D'ailleurs, aujourd'hui même, tous les savants ne s'accordent pas à placer l'impression immédiate des images sur la rétine. Ce qu'il importait d'établir, c'est que l'impression se faisait là où se terminait le nerf optique et l'influx cérébral. Quant à cette idée du concours de deux fluides pour que la vision puisse s'effectuer, elle est encore très vraie aujourd'hui, car tous les physiologistes croient à un fluide ou influx nerveux, que ce soit l'électricité ou autre chose, de même que les médecins croient à un fluide lumineux externe.

La partie physique du problème de la Vision était beaucoup moins avancée, faute de bien connaître les phénomènes de la réfraction. Sans pouvoir la résoudre, les savants arabes, héritiers et non pas destructeurs, comme on l'a dit, de la science des Écoles et des Bibliothèques d'Alexandrie, lui firent certainement faire quelques pas. Nous citerons, en particulier, le célèbre ALHAZEN, auteur d'une vaste composition, traduite en latin, sous la direction de Pierre RAMUS, par Frédéric RISNER et publiée sous le titre de *Opticæ thesaurus : Alhazeni arabis lib. VII, etc.*

Dans ce traité d'optique, ALHAZEN a réuni toutes les connaissances qui lui étaient parvenues des anciens ou qui avaient cours de son temps, mais en y ajoutant, nous le croyons, beaucoup de son propre fonds. Car, malgré le jugement peu favorable porté sur cet auteur par MONTUCLA (1) qui ne paraît pas l'avoir lu, ainsi ainsi que DELAMBRE (2) l'a fait remarquer, l'historien de l'optique trouverait à glaner beaucoup de bonnes choses dans le gros *in-folio* d'ALHAZEN; mais il faut pour cela quelque courage, car malgré les soins que le traducteur nous dit avoir pris pour corriger les défauts qu'il signale dans le texte arabe, la rédaction en est encore diffuse, redondante et très pénible à lire. Par compensation, on y trouve beaucoup d'observations fort justes, et, ce qui est rare pour l'époque, quelques

(1) MONTUCLA : Hist. des Sc. Mathém., tome I<sup>er</sup>, p. 340.

(2) DELAMBRE, Hist. de l'Astronomie Ancienne, t. II, p. 411.

expériences fort bien faites. Il est démontré pour nous, jusqu'à l'évidence, que VITELLON ou VITELLION, qui est aussi auteur d'un grand *traité d'optique*, publié avant la traduction de celui d'ALHAZEN, et dont MONTUCLA fait beaucoup plus de cas que de l'œuvre de ce dernier, n'a fait en grande partie que traduire son devancier, sans en prévenir le lecteur. Si l'auteur polonais est supérieur à l'auteur arabe, comme mathématicien, il lui est certainement bien inférieur comme physicien. Aussi VITELLION se borne-t-il à reproduire, le plus souvent, les observations et les expériences d'ALHAZEN, sans y rien ajouter.

Le traité d'optique d'ALHAZEN ayant été peu lu, même des opticiens et des historiens de la science (Voir HUYGHENS, SMITH, MONTUCLA), nous avons cru utile d'en donner, dans l'appendice à notre travail, une analyse complète et des extraits fort étendus. Voici quant à la Vision les principaux points de la théorie du physicien arabe.

Il établit que la Vision se fait, non comme l'avaient dit EUCLIDE, PTOLEMÉE et HÉLIODORE, par des rayons émis par l'œil vers les objets, mais par des rayons venant des objets à l'œil. Il n'y a de réalité *objective* que dans ces derniers rayons. Ces *lignes radiales* (lignes radiales), partant des yeux, dont parlent les mathématiciens, doivent être regardées comme des lignes *imaginaires* destinées à faciliter les explications. Cependant, pour que la Vision s'accomplisse, il faut une intervention *active* de l'âme. L'organe doit être disposé et préparé, par la puissance sensitive dont il est l'instrument, à recevoir l'impression des *formes* ou *espèces* visibles, émanant des corps extérieurs. C'est sous ce rapport qu'il est vrai de dire, en un sens, que la *Vision s'accomplit par des rayons à la fois reçus et émis* (1). Le cristallin est le principal organe de la vue, il reçoit immédiatement l'impression des formes

(1) SMITH, qui n'avait lu probablement que ce titre : *Visio videtur fieri per receptos simul et émissos radios*, mis par le traducteur au n° 24 p. 15, en a conclu à tort, dans son *optique*, qu'ALHAZEN avait admis sur la Vision la même théorie que PLATON.

ou espèces visibles apportées par les rayons, à travers l'air et les premières humeurs diaphanes de l'œil ; mais la Vision ne s'effectue finalement que quand la forme visible reçue par le cristallin, qui est à la fois diaphane et sensible, est parvenue jusqu'au nerf optique et de là à la partie antérieure du cerveau « car c'est là qu'est le dernier sens et le dernier sujet *sensant*, à savoir la vertu ou faculté sensitive » (1).

Toute la partie physiologique de cette théorie paraît empruntée à GALIEN. Mais, dans le reste, il laisse loin derrière lui le médecin de Pergame et les opticiens grecs.

La méthode d'ALHAZEN est évidemment analytique et expérimentale, quoiqu'un peu confuse encore. Il expose les faits qu'il a observés et sur lesquels il a expérimenté, avant de les définir et de les expliquer. C'est ainsi qu'il est arrivé par *induction*, comme il le dit et le montre, à formuler la doctrine suivante qui renferme, touchant les couleurs secondaires et les effets du contraste des lumières et des couleurs, les premières notions un peu justes, parce qu'elles sont acquises par l'observation et par l'expérience.

Tout ce que l'œil perçoit *proprement* dans les objets visibles, c'est la lumière et la couleur. Les autres qualités de ces objets : la figure, la grandeur, la distance, etc., ne sont perçues par le sens de la vue qu'avec l'intervention du jugement, du raisonnement, des notions précédemment acquises et du contrôle du toucher. La lumière n'apparaît qu'accompagnée de la couleur, et réciproquement ; la couleur cependant existe dans les corps avant qu'ils soient illuminés : mais alors elle est invisible.

Chaque corps lumineux envoie dans toutes les directions sa lumière et sa couleur, ou pour parler comme ALHAZEN, les formes de sa lumière et de sa couleur. Ces formes traversent, en lignes droites divergentes, les corps parfaitement diaphanes sans les *teindre* et sans être elles-mêmes altérées par ce passage. Elles tombent sur les

(1) *Alhazeni Opticæ thesaurus*. Ed. de Basle 1572 in-<sup>o</sup>, liv. 1. prop. 1-2<sup>o</sup>.

corps *denses*, autrement dit opaques, qui leur sont opposés; elles les illuminent et les colorent. Les corps ainsi revêtus des formes de lumière et de couleur qui leur sont étrangères, renvoient les formes *secondes* de cette lumière et de cette couleur dans toutes les directions. Mais ces formes *secondes* sont plus faibles que les *premières*, comme celles-ci étaient plus faibles que la lumière et la couleur elles-mêmes des corps qui les émettent. Car les formes de lumière et de couleur, premières et secondes, par suite de leur éparpillement, s'affaiblissent d'autant plus qu'elles s'éloignent davantage du corps d'où elles émanent. Du reste, elles traversent l'air et tous les milieux diaphanes suivant des lignes droites parallèles, sécantes ou tout autres, sans se mêler ni se confondre. Le corps qui reflète les formes de lumière et de couleur qu'un autre corps jette sur lui, émet en même temps la *forme première* de sa propre couleur ainsi illuminée; de plus, s'il est lui-même lumineux, il émet aussi la forme de sa propre lumière. Ces formes *premières* de lumière et de couleur, émanant directement du corps, suivent nécessairement les mêmes droites que les formes *secondes* qu'il envoie par reflet. Elles arrivent donc à la vue en même temps et dans les mêmes directions. En outre, si le milieu que traversent ces formes est imparfaitement diaphane, il ne les transmettra qu'en y ajoutant sa propre couleur. Il s'ensuit donc que les formes qui parviennent à l'œil, lorsqu'il regarde un certain corps, peuvent être très mélangées, puisque, suivant la même droite, il peut lui venir : 1° la forme première de lumière et de couleur du corps visible; 2° les formes secondes de lumières et de couleurs jetées sur lui par tous les autres corps qui lui sont opposés; 3° la forme de la lumière et de la couleur du milieu, s'il est imparfaitement diaphane, et tout corps diaphane admet réellement quelque grossièreté. Ajoutons, enfin, que les impressions faites par les formes de lumières et de couleurs, quand elles sont très fortes, se conservent quelque temps dans l'œil, non pas en temps qu'il est diaphane, mais en tant qu'il est sensible, et en réunissant toutes ces circonstances, on comprendra la

diversité des phénomènes qui peuvent résulter de leur concours. Lorsque toutes ces formes, reçues en même temps par l'œil, ou quelques-unes d'entre elles, seront à peu près d'égale force, elles donneront naissance à une forme *mixte*, qui tiendra quelque chose des unes et des autres. Mais si certaines formes sont de lumières et de couleurs beaucoup plus fortes, elles vaincront les plus faibles et seront seules à dominer. De là les effets observés dans le mélange des couleurs; de là les effets du contraste *successif* ou *simultané* d'une lumière forte avec une lumière faible et de celle-ci avec l'obscurité; de là encore le contraste des couleurs juxtaposées : le *blanc* jette du noir sur ce qui n'est qu'obscur, et le noir y jette du *blanc*, etc. (Voir à l'*Appendice*) (1).

Mais le point le plus important et le plus nouveau de la doctrine d'ALHAZEN que nous devons signaler ici, c'est cette proposition générale qu'il établit par le raisonnement et par l'expérience : *toute vision se fait par réfraction*. Rien, dit-il, ne peut être perçu par l'organe de la vue sans qu'il se fasse une réfraction à la surface de l'œil, car la cornée, l'humeur aqueuse et l'humeur glaciale (cristallin et corps vitré) sont diaphanes et plus denses que l'air..... Les seuls rayons perpendiculaires aux surfaces de ces milieux pénètrent dans l'œil sans se briser; tous les autres sont rompus..... Sans aucun doute, c'est par les premiers que nous voyons le plus distinctement; mais nous voyons aussi par les seconds, c'est-à-dire par les rayons brisés ou réfractés. Il le prouve par deux expériences. La première consiste à mettre le doigt ou une aiguille contre le blanc de l'œil dans une direction telle qu'il est impossible à une des *lignes radiales*, menée du centre du globe oculaire à travers la pupille, de rencontrer cet objet. On le verra néanmoins. Il est évident alors qu'on ne le voit que par des rayons qui se sont rompus et infléchis à la surface des tuniques transparentes de l'œil. Voici la seconde expérience : qu'on mette devant la pupille de l'œil une aiguille ou tout autre corps

(1) Quoi qu'en dise MONTUCLA, tome I. page 385, ceci n'est nullement de la *mauvaise physique*.

étroit ; qu'on regarde avec cet œil, l'autre étant fermé, une muraille blanche opposée, ou qu'on cherche à lire un écriteau qui y serait suspendu ; bien que l'aiguille intercepte les rayons qui viennent *directement* au cristallin de certaines parties de la muraille ou de certaines lettres de l'écriteau, on ne laissera pas de voir, quoiqu'un peu moins clairement et comme à travers un verre un peu opaque, toutes les parties de la muraille et toutes les lettres de l'écriteau. L'observateur les voit donc alors *par réfraction* ; qu'il enlève l'aiguille, évidemment cette réfraction ne sera pas détruite. Il verra seulement mieux, parce qu'il verra *directement et réfractivement*. Or ce fait, dit ALHAZEN avec un certain orgueil, que tout ce que perçoit la vue, elle le perçoit *réfractivement*, n'avait encore été dit par aucun des anciens (1).

Ce n'est pas tout : ALHAZEN n'admet pas seulement une réfraction de la lumière à la surface externe de l'œil et du cristallin ; il établit de plus que le cristallin et l'humeur vitrée étant de diaphanéité différente, il faut que tous les rayons qui ont traversé le cristallin, même les rayons normaux à la première surface ou *lignes radiales*, à l'exception de l'axe de la pyramide visuelle, se brisent à leur passage dans le corps vitré. Mais chose singulière, ce qui le détermine surtout à admettre ce fait, c'est qu'autrement les *formes* des objets visibles qui ont conservé jusqu'au cristallin une parfaite ressemblance avec ces objets pour la direction et la position relative des parties, se *renverseraient* au fond de l'œil, puisque les *lignes radiales*, qui *transportent* les formes des différens points, *iraient se croiser* au centre du globe oculaire avant de parvenir au nerf. C'est donc *une erreur* qui l'a conduit à *cette vérité* : *Felix culpâ !* Mais il n'est pas facile de se représenter la marche des rayons à travers le corps vitré, sans qu'ils se croisent, à moins de supposer que cette humeur ne soit beaucoup *plus dense* que le cristallin, ce qu'ALHAZEN ne dit pas formellement. Il admet que la surface de séparation du cristallin et du corps vitré est une surface de révo-

(1) Livre VII, p. 270. Voir à l'Appendice.

lation autour de l'axe de l'œil ; que cette surface est beaucoup en avant du centre oculaire ; qu'elle est plane ou sphérique d'une très petite courbure. Il en résulte que les *lignes radiales* étant obliques à cette surface, mais symétriques tout autour de l'axe, se réfractent de manière à s'écarter de leurs premières directions et à venir rencontrer le nerf au fond de l'œil en des points qui sont encore symétriques autour de l'axe. Les *images* sont plus petites que sur le cristallin, mais parfaitement semblables (Voir fig. 1.)

Il s'en est bien peu fallu, comme on voit, qu'ALHAZEN n'ait atteint à la véritable théorie de la Vision. Il a été arrêté par ce vieux préjugé qui arrêta également tous les physiciens jusqu'à KÉPLER : l'impossibilité que les images se peignissent renversées dans l'œil, puisque nous voyons les objets droits. Cependant, il avait fort bien compris que la sensation, transmise au cerveau par les fibres nerveuses, ne dépend aucunement de la *direction* suivant laquelle se fait l'impression à leurs extrémités, mais seulement de la position relative des fibres ébranlées. Comment alors distinguer le haut et le bas de l'image, sinon à l'aide des fibres impressionnées par les rayons venus *habituellement* du haut et du bas de l'objet. Qu'importe alors le croisement des rayons ?... Mais l'histoire de la science est pleine de ces contradictions, parce que la contradiction est le fond de la nature humaine et la condition même de son progrès. Au physique comme au moral, l'homme ne marche qu'en zig-zag, en rejetant tantôt trop à droite, tantôt trop à gauche, son centre de gravité.

La théorie physique de la Vision fit peu de progrès depuis ALHAZEN jusqu'à la fin du 16<sup>e</sup> siècle. Sur ce point, VITELLION, dans son *traité d'optique*, d'ailleurs recommandable au point de vue mathématique, n'a guère fait, comme nous l'avons déjà dit, que traduire l'ouvrage du savant arabe. Le livre de VITELLION, imprimé dès 1533, est moins diffus et par conséquent plus facile à lire que celui d'ALHAZEN, dont la traduction, d'ailleurs, ne fut publiée qu'en 1572. Il résulte de ces deux circonstances que beaucoup d'auteurs,

KÉPLER entr'autres (1), n'ont lu attentivement que VITELLION et lui. ont attribué en propre la doctrine d'ALHAZEN sur la Vision, dont il s'était emparé sans en prévenir ses lecteurs.

Nous pouvons dire que PTOLÉMÉE et ALHAZEN furent les grands maîtres de la science optique au moyen-âge. ROGER BACON, dans son *Opus majus*, les cite presque toujours conjointement. Lui-même devint une autorité en cette matière, sans qu'il ait, ce me semble, découvert ou imaginé, sur la Vision, rien de plus que ses devanciers. On y associa plus tard VITELLION, surtout en Allemagne, où les manuscrits de son livre étaient sans doute plus répandus. L'auteur de la célèbre encyclopédie classique des sciences au moyen-âge, publiée pour la première fois en 1486, sous le titre de *Margarita philosophica*, avertit ses lecteurs qu'il a principalement emprunté tout ce qu'il a dit de la Vision à GUICILION (*sic* pour VITELLION), ALHAZEN et BACHON (BACON) (2). Nous citons, en appendice, un extrait de cet ouvrage, qui a exercé, nous dit M. DE HUMBOLDT, une grande influence sur la diffusion des connaissances mathématiques et physiques vers le commencement du XVI<sup>e</sup> siècle (3). Nous ne faisons cette citation que pour donner à connaître les idées généralement reçues, à cette époque, sur la Vision. Car le physicien ne trouve rien ici à glaner. L'enseignement de l'école, comme c'était autrefois l'ordinaire, est beaucoup en arrière de la science, au point de vue de la physique expérimentale, qu'il néglige presque complètement, pour s'arrêter aux questions métaphysiques. Aussi, voyons-nous, jusqu'en 1678, plus d'un demi-siècle après les ouvrages de KÉPLER, de SCHEINER et d'autres, et les expériences directes qui confirmeraient la nouvelle théorie de la Vision, des professeurs soutenir encore *ex cathedra* dans leurs *cours de philosophie*, qui embrassaient alors,

(1) *Ad Vitellionem paralipomena*, page 200 et suivantes.

(2) *Margarita philosophica*, éd. de 1512, lib. X. tract. 2. cap. 13. (Voir *Appendice*, n<sup>o</sup> 13.)

(3) HUMBOLDT, *Cosmos*. tom. 1. page 444.

comme on sait, *la physique*, que c'est sur le cristallin que se forment les images. Tant la doctrine d'autorité avait d'empire sur les esprits ! (1).

Après ALHAZEN et VITELLION, le nom le plus célèbre en optique est celui de François MAUROLYCE, qui composa, vers 1554, un ouvrage ayant pour titre : *Photosmi seu theoremata de lumine et umbrâ*, dont l'impression n'eut lieu qu'en 1611. Suivant MONTUCLA, LIBES, LIBRI et la plupart des historiens de la science, il aurait approché, plus qu'aucun autre avant KÉPLER, de la vraie théorie de la Vision. Pour nous, qui avons comparé avec soin les explications un peu vagues et un peu obscures que donnent ALHAZEN et MAUROLYCE, quand ils en arrivent à vouloir indiquer la direction des rayons réfractés dans l'œil, explications qui, malheureusement, ne sont point accompagnées de figures, nous croyons que MAUROLYCE s'est montré ici bien moins conséquent à ses principes qu'ALHAZEN. Aussi, nous paraît-il impossible de se représenter, sur les indications de MAUROLYCE, la marche des rayons réfractés à leur sortie du cristallin. En effet, il compare le cristallin à une lentille biconvexe qui réfracte les rayons lumineux à *leur entrée* et à *leur sortie*. Cette réfraction a pour résultat de les faire *converger* vers l'*axe moyen* de la pyramide visuelle ; de les *rassembler* sur le nerf optique, en leur faisant conserver la *situation* relative des points correspondants de l'objet visible, situation dans laquelle ils se sont déjà représentés sur le cristallin, *réceptacle des images*. Les rayons réfractés doivent donc arriver sur le *nerf optique* avant *leur concours*, de manière que l'image s'y peigne réduite, mais dans sa situation *droite* et *non renversée*. Or, toutes ces conditions sont incompatibles entre elles ; car, du moment qu'il admet que les rayons visuels sont contenus dans une pyramide ayant sa base sur l'objet visible et son sommet au centre de l'œil, il est évident que leur réfraction à travers le cristallin doit les faire concourir *en avant* de ce centre. ALHAZEN avait vu la difficulté et

(1) Voir le n° 16 de l'*Appendice*.

l'avait adroitement évitée en admettant une *seconde réfraction* à la surface de séparation du cristallin et du corps vitré, réfraction qui, ayant lieu en sens contraire de la première, empêchait le concours des rayons avant leur arrivée sur le nerf optique. Il est étonnant que MAURLOYCE n'ait pas vu cette conséquence de son hypothèse. Les historiens qui ont fait honneur au savant abbé de Messine d'une meilleure théorie de la Vision que celle de ses devanciers, l'avaient probablement lu un peu légèrement. Ils s'étaient seulement attachés à des expressions telles que celles-ci : le cristallin est une lentille biconvexe qui réfracte les rayons lumineux, en les faisant converger vers l'*axe moyen* et qui *rassemble* (congregat) ainsi sur le nerf optique l'image de l'objet visible. Ils n'avaient pas fait attention que cet *axe moyen* n'était pas l'axe moyen de chaque faisceau, (cette considération, bien qu'indiquée déjà par ALHAZEN, n'avait pas encore cours dans la science), mais l'axe de la pyramide visuelle.

Si on voulait donner un sens à l'explication de MAURLOYCE, il faudrait supposer que les rayons visuels qu'il considère, à leur entrée dans l'œil, forment un cône ou une pyramide dont le *sommet* est assez loin derrière la rétine pour que ces mêmes rayons, après leur réfraction à travers le cristallin qui les aura *rassemblés*, aillent tomber sur le nerf optique avant leur concours. (Voir la figure 2).

Ajoutons, cependant, pour être juste à l'égard de MAURLOYCE, que la forme du cristallin et la réfraction qu'il attribue à chacune de ses deux surfaces, lui permet d'expliquer les défauts des vues myope et presbyte, et d'indiquer pourquoi les verres divergents corrigent le myopisme, et les verres convergents le presbytisme. Mais en somme, comme physicien, c'est-à-dire comme observateur et comme expérimentateur, ALHAZEN nous paraît bien supérieur à MAURLOYCE.

Nous touchons enfin à la vraie théorie physique de la Vision. Ce fut J. B. PORTA, médecin napolitain qui, par la découverte de cet admirable instrument, que tout le monde connaît aujourd'hui sous le nom de *chambre*

*obscurc artificielle* (1), mit KÉPLER sur la voie de l'explication des images qui se forment réellement au fond de l'œil. Nous disons la chambre obscure artificielle, car on connaissait depuis long-temps les phénomènes de la chambre obscure naturelle, et déjà LÉONARD DE VINCI, dans des manuscrits autographes, avait comparé *les images* qui se forment ainsi à *celles des objets reçus par l'œil au-dedans de l'humeur albugineuse* (2). PORTA avait aussi compris l'analogie de l'organe de la vue avec l'appareil qu'il avait découvert. Mais il ne paraît pas s'être rendu bien compte de l'effet de la lentille dans l'expérience de la chambre noire. Ce fut KÉPLER qui, le premier, démontra géométriquement et physiquement tous les détails de cette expérience, et l'illustre astronome en fait lui-même la remarque avec un très légitime orgueil. Quant à J.-B. PORTA, en comparant l'œil à sa chambre noire, il se méprit complètement sur le rôle des différentes parties. Voici comment il s'exprime à ce sujet :

« Cette expérience de la chambre obscure montre d'une manière évidente aux philosophes et aux opticiens dans quel lieu se fait la Vision, et résout la question de l'intromission des images, tant agitée depuis la plus haute antiquité, et il est impossible de démontrer les deux choses par aucun autre artifice. L'image est introduite par la pupille comme par l'ouverture de la chambre, et la portion de la sphère cristalline qui est placée au milieu de l'œil remplit le rôle du tableau. Voilà, je le sais, ce qui plaira extrêmement aux esprits ingénieux. »

Ainsi, pour PORTA, le cristallin n'était pas encore la partie principale de l'appareil de la Vision, comme la lentille de la chambre obscure ; ce n'était encore que l'écran sur lequel viennent se peindre les objets renversés. L'œil était assimilé à la chambre obscure primitive et imparfaite, c'est-à-dire non encore armée du verre objectif. La pupille en était l'ouverture, et

(1) *Magia naturalis*. lib. 17, cap. VI, Naples 1589, in-folio. (Voir Appendice).

(2) VENTURI. Essai sur les ouvrages de LÉONARD DE VINCI.

le cristallin le tableau; du moins, s'il admettait l'existence d'une lentille convergente dans l'œil, c'était la cornée et l'humeur aqueuse qui en remplissaient la fonction.

KÉPLER, dans son beau traité d'optique qui a pour titre : *Paralipomena ad Vitellionem*, publié en 1604, laissa bien loin derrière lui tous ceux qui l'avaient précédé dans cette carrière. Il donna enfin, le premier, l'explication complète des phénomènes observés dans la chambre obscure, tant naturelle qu'artificielle; et s'il assimile, comme PORTA, l'œil à cet appareil armé de l'objectif, il restitue à chaque partie le rôle que lui a assigné la nature. La pupille est l'ouverture de la chambre, le cristallin en est le verre objectif et la rétine est le tableau où vont se peindre les objets dans une *situation renversée*. Analysons rapidement ce remarquable travail qui ouvre une ère nouvelle dans la science de l'optique.

---

## ARTICLE 2.

### *Des Théories de la Vision depuis KÉPLER.*

---

C'est sous le titre modeste de *Paralipomènes à VITELLION*, en d'autres termes, de *suppléments à l'optique de VITELLION*, où l'on traite de la partie optique de l'astronomie, que KÉPLER publia, en 1604, ses importantes recherches sur la réfraction et la théorie de la Vision (1).

(1) J. KEPLERI: *ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiæ pars optica traditur*. Francfort 1604, petit in-8°.

KÉPLER commence par établir que la lumière se transmet en ligne droite dans un même milieu ; que de chaque point, par conséquent, d'un objet visible, il part des rayons dans toutes les directions ; mais au lieu de s'arrêter, comme ses devanciers, à la considération oiseuse d'une pyramide *radiale* ayant sa base sur l'objet et son sommet en tout point de l'espace d'où cet objet peut-être aperçu, il renverse la pyramide optique qu'il fait correspondre à chaque point de l'objet qui en est le sommet, tandis que la base est sur la surface éclairée par ce point. Appliquant cette considération à l'explication des phénomènes de la chambre obscure ordinaire, il montre que, si la lumière d'un seul point rayonnant y pénétrait à travers l'ouverture, le spectre lumineux qui se peindrait sur l'écran opposé, serait toujours de figure semblable à celle de cette ouverture, et de plus que, si le point lumineux était très éloigné, le spectre ou l'image, qui se formerait ainsi sur un plan parallèle au volet de la chambre, serait non-seulement de même forme, mais de même grandeur que le trou par où entre la lumière. Mais si l'objet lumineux a certaines dimensions et que le trou du volet se réduise à un point, on aura, sur le tableau de la chambre obscure, une image semblable à l'objet, mais renversée. Si l'ouverture du volet a aussi une certaine grandeur, l'image de l'objet sera plus ou moins altérée et déformée ; en concevant une pyramide ayant pour sommet un des points de l'objet lumineux, et pour base l'ouverture de la chambre obscure, et prolongeant cette pyramide jusqu'à sa rencontre avec le tableau, puis faisant mouvoir cette pyramide, que KÉPLER appelle *cône*, de manière que son sommet se promène sur tout le contour de l'objet lumineux, la section de la pyramide avec le tableau, tracera plus ou moins grossièrement le contour du spectre ou de l'image. Plus l'ouverture de la chambre sera grande par rapport à l'objet et plus l'image sera déformée. En plaçant à cette ouverture une lentille convergente, comme l'avait fait PORTA, le cône des rayons lumineux, émanant de chaque point et tombant sur cette lentille, est réfracté par elle en un

autre cône de même base, et si le tableau est disposé de façon que les sommets des cônes réfractés atteignent précisément à sa surface, on aura une image parfaite mais renversée de l'objet lumineux. Toute cette explication est fort bien traduite dans la construction géométrique des figures qui accompagnent le texte.

L'anatomie de l'œil apprend à KÉPLER que l'organe de la vision se comporte comme la chambre obscure armée du verre objectif. D'autres avant lui, comme par exemple le célèbre médecin Félix PLATER (1), avaient pu dire très explicitement que l'image se faisait sur la rétine, et *au fond* c'était l'opinion de GALIEN, ALHAZEN, VITELLION, MAUROYCE, mais c'est KÉPLER qui, le premier, en a expliqué nettement la formation, et a montré qu'elle devait être nécessairement renversée, comme dans la chambre obscure de PORTA. Quelques auteurs ont même ajouté qu'il avait confirmé cette explication par l'expérience directe, en observant l'image qui se forme au fond d'un œil dont on a aminci postérieurement les tuniques externes jusqu'à les rendre transparentes. Il aurait ainsi vu, le premier, l'image d'un objet extérieur venir se peindre renversée sur la rétine. Mais nous avons vainement cherché dans les *Paralipomènes* et la *dioptrique*, quelque mention de cette expérience. D'une autre part, nous lisons dans l'*Histoire de l'optique*, de PRIESTLEY, que ce serait SCHEINER qui aurait fait, sinon le premier cette curieuse expérience, du moins qui l'aurait le premier rendue publique. Nous trouvons, en effet, dans la *Magie universelle*, de Gaspard SCHOTT, que ce savant jésuite, si célèbre par ses démêlés avec GALILÉE au sujet des taches du soleil, après avoir déjà fait plusieurs fois, sur des yeux de bœuf et de mouton, l'expérience des images renversées sur la rétine, la répéta publiquement à Rome, en 1625, sur l'œil humain lui-même, à la grande admiration des assis-

(1) F. PLATERUS : *De corporis humani structura et usu*. Bâle 1583, in-f.

tants (1). Au reste, que KÉPLER ait vu, oui ou non, l'image des objets sur la rétine, toujours est-il qu'il l'a parfaitement expliquée (2). Cette image, dit-il, est formée par les sommets d'autant de cônes lumineux qu'il y a de points dans l'objet visible. Chaque point de l'objet donne naissance à deux cônes, qui ont leur base commune sur le cristallin, et leurs sommets l'un sur l'objet, l'autre sur la rétine. Le premier est le cône des rayons directs; le second est formé par la réfraction qu'a subie le premier en traversant le cristallin. Suivant ensuite ces phénomènes de plus près, il remarque que chaque point lumineux de l'objet rayonne en tous sens, mais que l'iris ne laisse pénétrer dans l'œil que le cône des rayons qui a pour base l'ouverture de la pupille. L'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée étant plus denses que l'air, les rayons se réfractent en se rapprochant de la normale à la surface de séparation des milieux, et par suite en s'infléchissant vers le rayon moyen qui est l'axe du cône. Cette réfraction fait converger les rayons et donne naissance à un second cône opposé par la base au premier, et qui est plus court et plus obtus. La nature du cristallin et des autres humeurs est calculée de façon que, pour la distance où l'on voit distinctement les objets, le sommet de ce cône réfracté aille tomber sur un des points de la rétine, là où aboutissent les extrémités du nerf optique.

La Vision est très distincte, lorsque le cône des rayons lumineux envoyés à l'œil par chaque point de l'objet, après avoir subi deux réfractions, la première sur la cornée avant de traverser la pupille; la seconde à la surface antérieure du cristallin (KÉPLER ne parle que de ces réfractions), lorsque ce cône, disons-nous, ainsi réfracté, concentre la lumière en un seul point sur la rétine, à l'origine d'une ramification nerveuse.

(1) PRIESTLEY : *History of opticks* 1772, p. 11. — Gasp. Schotti, *magia universalis*, pars I, p. 87.

(2) Voir chapitre V. page 177, les expér. avec des globes d'eau et de verre : *Demonstratio eorum quæ circa modum visionis de crystallino dicta sunt.*

La lumière, affectant alors exclusivement ce point, qui est garanti de toute autre influence lumineuse par le noir et l'opacité de l'uvée, par la petitesse de la pupille et par le diaphragme postérieur des procès ciliaires, donne la sensation nette et distincte du point lumineux. La Vision, au contraire, est confuse, lorsque chaque faisceau conique des rayons réfractés, ayant son sommet en-deçà ou au-delà de la rétine, la coupe suivant un cercle plus ou moins large et représente ainsi sur l'écran réticulaire chaque point de l'objet par ce cercle même. De là, altération et déformation plus ou moins grande de l'image. KÉPLER a ainsi posé la base de la théorie des *cercles de dissipation* que le docteur JURIN a développée avec beaucoup de talent dans son *Essai sur la Vision distincte et confuse* (1).

Une première difficulté, relevée par KÉPLER, dans cette nouvelle théorie de la Vision, est celle d'allier le renversement des images avec la situation droite dans laquelle nous apparaissent les objets. Cela l'embarassa long-temps. On peut remarquer, en effet, d'après ce que nous avons rapporté, que c'est cette répugnance, pour ainsi dire instinctive, à admettre qu'on voit les objets *droits* à l'aide d'images réellement *renversées* dans l'œil, qui empêcha ALHAZEN, VITELLION et MAUROYCE de tracer la vraie marche des rayons lumineux dans l'organe de la vue aussi bien qu'ils la traçaient déjà dans un milieu réfringent terminé par des surfaces sphériques. On les trouve toujours préoccupés de l'idée que *chaque point de l'objet visible doit obtenir la même situation relative sur la surface de la vue que celle qu'il a dans la chose visible elle-même*. Mais KÉPLER, soit qu'il eût fait ou non sur l'œil l'expérience de la chambre obscure, ne pouvait douter du renversement des images sur la rétine. Voici l'explication qu'il trouva enfin pour concilier ce fait avec l'apparence des objets. La présence des objets, dit-il, se manifeste à nous par l'impression que font sur la rétine les rayons lumineux qu'ils nous envoient. Cette action est naturellement suivie d'une réaction qui, comme toute réaction, s'exerce en sens contraire

(1) Voir optique de SMITH.

de l'action, c'est-à-dire que cette réaction est dirigée de la rétine vers l'objet, suivant la droite même qui apporte l'impression. Nous voyons ainsi les objets dans leur situation naturelle, par cela même que leurs images sont renversées sur la rétine (1).

Les physiciens et les physiologistes modernes qui ont cru devoir s'occuper de cette question, ont donné une autre forme à cette explication, qui n'est au fond qu'une pétition de principe. Mais ils n'ont pas dit autre chose, et ils ne pouvaient en effet rien dire de mieux. C'est là un fait primitif de notre constitution, qui n'a et ne peut avoir d'autre raison que lui-même (2).

La théorie Képlérienne de la Vision, dans sa partie physique, c'est-à-dire en tout ce qui regarde la marche des rayons lumineux, depuis l'objet jusqu'au fond de l'œil, en doubles faisceaux coniques, ayant pour base commune la pupille, leurs sommets sur l'objet et sur la rétine, fut généralement adoptée, dès son apparition, sinon dans les écoles, du moins par tous les vrais savants. Elle n'est, en effet, que l'expression même des faits. SCHEINER (3), GASSENDI (4), DESCARTES (5), la soutinrent et la développèrent dans leurs ouvrages. Elle fut aussi, sans aucun doute, acceptée par GALILÉE, bien qu'il ne me paraisse pas s'être spécialement occupé du phénomène principal de la Vision, mais seulement de quelques phénomènes secondaires et en particulier de l'irradiation. Il est vrai cependant que dans ses *Dialogues* il se sert encore habituellement de l'ancienne terminologie usitée en *perspective* et qu'il parle de rayons visuels *sortants* de l'œil par la pupille; mais il est évident qu'il ne s'agit ici que d'une considération purement géométrique et de rayons imaginaires, comme les appelait déjà ALHAZEN. C'est ainsi que nous disons encore tous les jours : le soleil se lève et le soleil se

(1) KÉPLER. *Paralipomena passim* : p. 170-206.

(2) Voir *Appendice*, n° 19.

(3) SCHEINER : *Oculus seu fundamentum opticum*.

(4) GASSENDI : *Opera*, tome 3, page 420 et suivantes de l'édition de Lyon.

(5) DESCARTES : *Dioptrique et Traité de l'homme*.

couche, sans admettre pour cela le système astronomique de PROLÉMÉE.

Mais comme toute doctrine de philosophie naturelle qui s'en tient à l'interprétation des faits, sans remonter jusqu'à la cause et à la substance, la théorie de KÉPLER sur la Vision laissait encore le champ libre aux hypothèses sur la nature de la lumière et sur le mode de communication physiologique de l'âme avec les objets extérieurs. GASSENDI reprit et développa, d'une manière très spéciéuse, le système d'ÉPICURE sur les *idées-images* et sur l'émanation des simulacres. Il est curieux de voir cette conception encore si grossière dans LUCRÈCE, et qui choque aujourd'hui si fortement notre raison, prendre entre les mains du philosophe moderne, à la fois physicien et mathématicien, une forme scientifique très acceptable, et sans *changer au fond*, devenir à peu de chose près l'hypothèse de l'émission telle qu'elle a été définitivement constituée par NEWTON (1). C'est aussi particulièrement du sens de la vue que se sert DESCARTES pour exposer sa célèbre doctrine touchant le siège de l'âme, qu'il place, comme on sait, dans la *glande pinéale*, et sur la production des sensations par le *va et vient* des esprits animaux, à travers les canaux nerveux, de cette glande aux organes des sens. Quant à la nature de la lumière, on sait encore que DESCARTES l'attribue à l'action exercée sur la matière des cieux (son second élément à parties rondes tourbillonnantes), par la *matière subtile* du premier élément, réunie en globes aux centres des tourbillons, et constituant le soleil et les étoiles. Le mouvement circulaire très rapide de ces globes centraux produit une force centrifuge, une tendance au mouvement ou, pour parler comme le philosophe, une *inclination au mouvement*, dirigée du centre à la circonférence, suivant chaque rayon. De là, sur la matière environnante des tourbillons, une pression qui se transmet, *en un instant*, d'un bout à l'autre

(1) GASSENDI. *Opera*, tom. I. p. 422-432. tom. III. p. 42-44. — et principalement t. III. p. 429 et suivantes. Ed. de Lyon 1658. 6, tom. in-f<sup>o</sup>.

du rayon , comme se transmet à la main de l'aveugle le choc de son bâton contre un caillou (1). Mais tous ces systèmes à priori , quoique très ingénieusement renouvelés du grec , et qui , en définitive, ne sont absurdes que pour ceux qui n'en connaissent que quelques lambeaux , tous ces systèmes, dis-je , ne doivent plus nous occuper désormais. L'historien raconte les fables des temps héroïques, parce qu'il n'y avait pas alors d'autre histoire , et que ces fables ont exercé une grande influence sur la vie des peuples. Mais aussitôt qu'il peut consulter les monuments et la tradition écrite, il écarte les fables et n'enregistre plus que les faits.

En se tenant dans le domaine de la science positive , il reste d'ailleurs , après KÉPLER . beaucoup de points encore à éclaircir dans la théorie de la Vision. Et d'abord , est-ce bien la rétine qui reçoit l'impression lumineuse et qui sent en quelque sorte l'image? MARIOTTE (2), le premier , a émis des doutes à cet égard. Il découvrit un point de l'œil insensible à la lumière. C'est précisément celui où le nerf optique pénètre dans le globe oculaire pour s'y épanouir sous forme réticulaire. Or , si le nerf n'est pas lui-même sensible à l'impression lumineuse , pourquoi la rétine , qui n'en est que l'expansion, le serait-elle ? Le fond de l'œil partout ailleurs est impressionnable ; qu'y a-t-il de plus dans les points autres que le *Punctum cœcum* ? La choroïde , qui double la rétine et qui doit nécessairement recevoir la lumière qui a traversé la rétine , puisque cette dernière membrane est transparente. C'est donc sur la choroïde que doit se faire l'impression lumineuse. Mais comment se transmet-elle au nerf et de là au cerveau ; c'est ce qu'il est difficile d'expliquer, à moins de dire avec BRÆWSTER que les vibrations excitées par les images qui se forment sur la choroïde, étant com-

(1) DESCARTES : *de l'homme*, troisième, quatrième et cinquième parties. — *Le Monde* : chap. V, VI, VII, VIII. — XIII, XIV, XV. Voir aussi : *Les principes de la philosophie et la dioptrique*, — Voir aussi : *la physique* de RONAUT, qui a accepté et légèrement modifié le système de DESCARTES (tom. 1. ch. XXVII et suivants.)

(2) MARIOTTE. Nouvelle découverte touchant la vue.

muniquées par cette membrane à la rétine, sont transmises par celle-ci au cerveau. L'anatomiste MÉRÏ (1) défendit l'opinion de MARIOTTE qui, plus tard, fut reprise par LECAT (2) et que soutient encore aujourd'hui le célèbre David BREWSTER (3). LA HIRE, PERRAULT, PECQUET et la plupart des physiologistes modernes l'ont combattue ou rejetée. PERRAULT attribuait à la choroïde la même fonction qu'au *tain* de la glace. En arrêtant la lumière et la réfléchissant sur la rétine, elle en doublait l'action. Cette hypothèse a été reprise par M. DESMOULINS (4), et lui a servi à expliquer les différences que l'on observe dans les couleurs de la choroïde chez les différens animaux vertébrés et les altérations qu'elle subit chez l'homme à mesure qu'il vieillit.

D'autres savants ont été plus loin que MARIOTTE dans leur attaque contre l'opinion générale qui attribue à la rétine la réception et la perception des images. M. LE HOT dans une *nouvelle théorie de la Vision* (5) admet que le corps vitré est le lieu de l'impression des rayons lumineux, et que c'est dans sa substance même que se forme une image *réelle*, à trois dimensions, comme l'objet qui la produit. Cette image serait sentie à l'aide de prolongements de fibres nerveuses infiniment déliées, s'étendant de la rétine dans l'humeur vitrée et rapportant au cerveau les impressions de toutes les faces de l'image. De là le sentiment que nous avons du relief. M. le docteur MALGAIGNE, enfin, rejette radicalement la théorie Képlérienne. Il prétend établir que nous ne voyons pas l'image peinte sur la rétine qui n'agit que comme un miroir réflecteur. « Les rayons lancés de l'objet lumineux sont réfléchis par cette membrane faisant office de miroir concave, et

(1) MÉRÏ. Sur l'organe de la Vision. Hist. de l'Acad. des Sciences 1712, et *Journal des Savants*, 1716.

(2) LECAT, *Traité des sensations*, tome II, page 394.

(3) BREWSTER, *Manuel d'optique*, tome II, page 121. (de la trad. franç.)

(4) *Journal de Magendie*, tome IV, page 89.

(5) LE HOT, *Nouvelle théorie de la Vision*, 1828.

vont tracer *hors de nous* l'image dont nous avons la sensation. C'est cette image et non l'objet que nous voyons directement. » (1). Mais nous ne croyons pas que ces opinions excentriques aient trouvé beaucoup de partisans. Sans aucun doute, il reste encore, et probablement il restera long-temps encore, beaucoup d'obscurités sur la théorie physiologique de la Vision, comme sur celle de toutes nos autres sensations. Comment s'expliquer, par exemple, que la rétine si sensible, par hypothèse, à l'action de la lumière, soit tout-à-fait insensible aux pressions des corps durs et aux piqûres d'une aiguille capable de la percer, ainsi que l'a constaté M. MAGENDIE (2)? Comment concilier, d'autre part, cette insensibilité de la rétine aux pressions des corps durs avec ces lumières vives que nous fait apercevoir une pression extérieure exercée sur l'œil ou un coup violent? Le cerveau lui-même n'est-il pas insensible, quoique, de l'aveu de tout le monde, c'est à lui qu'aboutissent tous les nerfs des organes des sens?.....

Ces questions laissées de côté, et en admettant, avec la majorité des physiciens et des physiologistes, que les images *réelles* des objets doivent se former distinctement sur la rétine, pour que l'âme, par le sens de la vue, perçoive distinctement ces objets, il reste encore à résoudre, dans la théorie Képlerienne, une grave difficulté. Si l'œil n'est qu'une chambre obscure, dont la rétine est le tableau, le cristallin l'objectif, la pupille l'ouverture du diaphragme, et si l'on ne voit nettement un objet que quand son image se peint nettement sur l'écran réticulaire, la condition de la netteté des images sur la rétine sera la même que sur l'écran de verre dépoli de la chambre obscure artificielle. Il faudra donc, pour cela, que le foyer conjugué de chaque point de l'objet visible tombe sur la rétine même, et ni au-delà ni en deça. Or, cette condition ne peut être *rigoureusement* remplie que pour une distance déterminée de l'œil à

(1) *Journal de Magendie*, tom. X. page 255.

(2) *Journal de Magendie*, tome V, page 37.

l'objet. Cependant il est *généralement* admis que l'œil bien conformé voit distinctement à des distances très différentes. Quelques physiiciens vont même jusqu'à dire avec M. PLATEAU (1) qu'il y a des yeux d'une organisation si parfaite qu'ils peuvent voir à volonté très distinctement à toutes les distances. Comment l'organe peut-il donc s'accommoder à ces différentes distances, de manière qu'il se fasse toujours, sur la rétine, des images très nettes des objets ?

La question ainsi posée, et pour simplifier, nous supposerons d'abord qu'il ne s'agisse que d'un *seul œil*, dont l'*axe* doit toujours être dirigé vers l'objet qu'il regarde, cette question, disons-nous, ne peut être résolue qu'en admettant une de ces trois choses : 1° un déplacement de la lentille cristalline qui s'approcherait ou s'éloignerait de la rétine, selon la distance de l'objet, car on ne peut supposer ici, comme dans la chambre obscure artificielle, le déplacement de l'écran lui-même ; 2° un changement dans la courbure de la cornée ou dans le globe oculaire tout entier qui devient extérieurement plus convexe pour les objets voisins, moins convexe pour les objets éloignés ; 3° une variation de distance focale du cristallin résultant d'une modification dans sa courbure propre ou dans sa densité.

Toutefois, si comme dans la chambre obscure elle même, on distingue le cas où les images se peignent sans confusion notable dans l'œil ; de celui où elles ont une netteté parfaite ; en d'autres termes, si on admet qu'il peut y avoir *Vision distincte*, lors même que la rétine n'est pas exactement placée au foyer de son objectif, il y aura encore une autre façon d'accommoder l'œil aux différentes distances de l'objet pour le voir toujours *distinctement* : ce sera de rétrécir l'ouverture du diaphragme de la chambre obscure, c'est-à-dire, pour l'œil, l'ouverture de la prunelle, et cela pour les très grandes distances aussi bien que pour les très petites. Dans ce cas, en effet, le faisceau lu-

(1) Mémoire sur l'irradiation, page 8. Voir aussi MULLER, Man. de physiologie, tome II, page 329.

mineux réfracté correspondant à chaque point de l'objet visible, au lieu de se réduire à un seul point en atteignant la rétine, la coupe suivant un cercle d'autant plus petit que l'ouverture de la pupille sera plus étroite. Remarquons en outre que ce mode d'ajustement de l'œil, s'il doit donner des images *moins claires*, ne peut en produire de beaucoup plus *confuses* que celles qui se forment dans les circonstances les plus favorables où l'on regarde avec la pupille largement ouverte. Il faut en effet considérer : 1° que les dernières ramifications nerveuses ont nécessairement une étendue finie et que par conséquent l'impression lumineuse se fait soit *directement*, soit par communication *sympathique*, pour chaque faisceau, sur une certaine portion de la surface de la rétine ; 2° Que d'ailleurs, dans le cas d'une large ouverture de la pupille, la réunion des rayons d'un même faisceau en un seul point sur la rétine est *physiquement* impossible, quelle que soit la distance de l'objet, à cause des aberrations de sphéricité et de réfrangibilité qu'il faut nécessairement admettre dans l'œil, *tant que nous comparerons* les lentilles qui le composent aux lentilles *sphériques ordinaires*. On comprend donc tout de suite l'efficacité du rétrécissement de la prunelle pour accommoder l'œil aux différentes distances.

Ainsi donc, quand on assimile complètement les milieux réfringents oculaires à nos lentilles sphériques de verre, les hypothèses que l'on peut faire sur l'ajustement de l'œil se réduisent aux quatre suivantes : 1° déplacement du cristallin par rapport à la rétine sans altération de la forme extérieure de l'œil ; 2° changement de courbure de la cornée ou du globe entier dans le sens de l'axe visuel ; 3° Variation de distance focale du cristallin ; 4° Contraction de la pupille. Mais ces hypothèses peuvent être combinées : ainsi le changement de courbure de la cornée peut entraîner un déplacement du cristallin. De même à la variation du diamètre de la pupille peut s'ajouter comme effet *consécutif*, ou un changement dans la courbure de la cornée, ou une modification quelconque dans les humeurs internes de l'œil.

Ces quatre hypothèses, en effet, ont été proposées, dès les premiers temps où l'on a compris les conditions du problème de la Vision. Les physiiciens et les physiologistes modernes n'ont fait que les renouveler, en les modifiant ou les combinant plus ou moins.

KÉPLER était d'opinion que, pour arriver à l'ajustement, l'œil était allongé et raccourci par l'action du ligament ciliaire qui éloignait ou rapprochait le cristallin de la rétine (1). DESCARTES, dans sa *dioptrique*, suppose que la lentille cristalline change de forme par le pouvoir musculaire de ses propres fibres. Dans le *Traité de l'homme*, il attribue cette modification aux *filets noirs*, venant de la choroïde, qui embrassent tout autour l'humeur cristalline (2). HUYGHENS ne dit qu'un mot, en passant, de l'ajustement de l'œil, qui peut avoir lieu, dit-il, soit par le rapprochement du cristallin de la cornée pour voir les objets de plus près, soit par une augmentation de convexité de ce même cristallin, ou, enfin, par ces deux choses à la fois. Si la lentille se rapproche de la cornée, c'est par la pression latérale qu'exercent les muscles de l'œil sur l'humeur vitrée. Si le cristallin change de forme, c'est par le relâchement ou la tension des muscles (désignés par DESCARTES sous le nom de *filets noirs*) qui le tendent de tous côtés (3). HUYGHENS n'a donc émis au fond que les deux opinions de KÉPLER et de DESCARTES.

ROHAUT a tout attribué à l'action des muscles droits et obliques de l'œil : « Quand nous voulons, dit-il, regarder un objet qui est plus éloigné qu'il ne faut pour être aperçu distinctement, selon l'état ordinaire de l'œil, il est aplati par l'action des quatre muscles droits qui le tirent tous ensemble vers le fond de l'orbite, et la rétine se trouve alors assez près de

(1) KÉPLER, *ad Vitellionem*. — PLEMP. ophthalmograph., liv. III, cap. 9.

(2) DESCARTES : *Dioptrique*, discours VII. — *Traité de l'Homme*, Tr. I<sup>er</sup>, §§ 39 à 47.

(3) HUYGHENS. *Dioptrique*. Edit. de 1728, *Opera reliqua*, tome II, page 86.

l'humeur cristalline, pour se trouver justement à la réunion des rayons qui partent d'un seul point de cet objet éloigné. Et quand nous voulons regarder un objet qui est trop proche, l'œil est allongé par l'action des *muscles obliques* qui l'entourent et qui le pressent en se gonflant, et alors la distance qui est entre l'humeur cristalline et la rétine devient assez grande pour que les rayons qui partent d'un point de cet objet qui est proche se réunissent en un seul point de la rétine (1). »

Tous ces physiiciens, et en particulier DESCARTES, admettaient en même temps que la contraction et la dilatation de la pupille contribuait aussi à la netteté ou à la clarté de la Vision. Mais DE LA HIRE va plus loin. Il soutient que tout l'ajustement de l'œil consiste dans les variations du diamètre de la pupille. « Toute la latitude (de la vision distincte), dit-il, que l'on remarque dans toutes sortes d'yeux, vient seulement des différentes ouvertures de la prunelle et non pas des différentes conformations du globe de l'œil ou du cristallin, comme on avait cru jusqu'à présent (2). »

Il nous serait impossible de citer tous les savants qui ont repris cette question de l'ajustement de l'œil, et qui ont plus ou moins modifié les premières opinions que nous venons d'exposer. Nous ne citerons que les principaux noms.

SCHEINER (3), PLUMPIUS, POTERFIELD (4), ZINN, CAMPER (5)... ont soutenu avec KÉPLER le déplacement du cristallin par le cercle du ligament ciliaire. JACOBSON, qui a aussi admis le déplacement du cristallin, suppose qu'il se fait par le passage d'une partie de l'humeur aqueuse de l'avant à l'arrière de cette lentille, ce dont la plupart des autres physiologistes ne reconnaissent

(1) ROHAULT : *Physique*, éd. de 1703. t. I. p. 338.

(2) DE LA HIRE, *Accidens de la Vision*. — Acad. des sciences, 1666, tome IX, page 634.

(3) *Oculus seu fundamentum opticum*. Lond. 1652.

(4) *Essais de médecine*, d'Edimbourg, tom. IV. p. 152 et suiv., de la traduc. franç. 7 vol. in-12.

(5) *De visu : Disputat. anatomic.* HALLER, t. IV.

guère la possibilité (1). M. MAGENDIE a vainement cherché à voir les ouvertures par où se ferait ce passage.

L'astronome **OLBERS** publia, en 1780 (2), un savant ouvrage où, reprenant une opinion déjà émise par **BOERHAVE** (3), il professait que l'œil, pour s'accommoder aux petites distances, s'allongeait dans le sens de son axe antéro-postérieur, par la pression qu'exerçaient sur lui les muscles droits. C'était assigner à ces muscles un rôle tout contraire à celui que, plus d'un siècle auparavant, **ROHAULT** leur avait attribué. L'opinion d'**OLBERS** sur cette cause de la variation de convexité de la cornée fut partagée par **HOME**, **ENGLEFIED** et **RAMSDEN**. Pour l'admettre, **HOME** (4) se fondait sur ce que des malades opérés de la cataracte, par abaissement du cristallin, pouvaient encore adapter leur œil à des distances très variables. Mais plus tard il fut conduit à faire intervenir en même temps le déplacement du cristallin par la muscularité du corps ciliaire. La plupart des physiologistes rejetèrent l'idée d'**OLBERS**, entr'autres **TREVIRANUS** (5) qui prouva que cette action des muscles droits, comprimant l'œil au fond de l'orbite, tendait beaucoup plus à l'aplatir qu'à l'allonger, ainsi que l'avait supposé avec plus de raison Jacques **ROHAULT**, qui attribuait l'allongement de l'œil à l'action des muscles obliques. Cette dernière opinion a été soutenue, dit-on, avec beaucoup de talent, dans un mémoire publié à Utrecht, en 1832, par **LUCHTMANN** et que nous regrettons de n'avoir trouvé dans aucune des bibliothèques de Paris, qui ne possèdent pas non plus l'ouvrage de **OLBERS**. L'idée de faire intervenir les muscles de l'œil pour l'allonger ou le raccourcir a été plusieurs fois reprise par les physiologistes. **M. PHILIPS** attribue ce rôle aux muscles obliques, **M. J. GUÉRIN** aux muscles droits, **MM. PRAVAZ** et

(1) *Supplem. ad. ophthalm.* Copenhague, 1821.

(2) *De internis oculis mutationibus.* Gœttingue, 1780.

(3) Voir *Essais de Médecine* d'Edimbourg, *Mém. de POTERFIELD*, t. IV.

(4) *Bibl. Britannique*, tom. IV.

(5) Voir **MULLER** et **LONGET**, *Physiologie*.

BONNET à la fois aux droits et aux obliques. On a invoqué à l'appui de cette dernière opinion un fait de pratique chirurgicale, c'est que, chez les myopes, la section des muscles droits et des muscles obliques diminue sensiblement la myopie en donnant moins d'intensité à la compression que supporte le globe de l'œil (1). Mais cela peut venir aussi de la facilité plus grande de faire alors converger les axes sur les objets éloignés; car nous verrons plus loin que cette convergence est une des principales conditions de la Vision distincte. Nous ne nous occupons ici que de la Vision avec un seul œil. Disons, enfin, que si cette action des muscles a été affirmée par un grand nombre de physiologistes, elle a été niée par un des plus justement célèbres, M. MULLER (2).

L'hypothèse de DESCARTES sur l'ajustement de l'œil, par la contraction spontanée des fibres propres du cristallin, a été reprise par l'illustre physicien anglais Thomas YOUNG, soutenu sur ce point par l'opinion du célèbre anatomiste HUNTER. Avec toute l'autorité d'un maître de la science, comme physicien et comme physiologiste, YOUNG a développé cette hypothèse dans une leçon *Bakérienne* qui a pour titre : *Sur le mécanisme de l'œil*, leçon professée en novembre 1800 et insérée dans les *Transactions philosophiques* pour 1801. Dans ce beau travail, il cherche à établir, non par voie directe, ce qui est presque impossible, mais par voie d'élimination, comme l'a fait M. ARAGO, en discutant les mêmes faits dans son magnifique *éloge d'Young*, que le cristallin doit changer de courbure puisque l'œil ne peut s'ajuster autrement aux différentes distances. Il prouve, en effet, par expérience, et depuis, M. DE HALDAT (3) l'a démontré avec encore plus de rigueur : 1° que la cornée transparente ne change pas de courbure pendant que l'œil s'accomode pour voir tour à tour un objet proche et un objet éloigné, ce qui résulte de

(1) Art. *Vue* du dictionnaire des Sciences médicales, 2<sup>e</sup> éd. 1846.

(2) MULLER, *Manuel de Physiologie*, tome II. page 326.

(3) *Recherches sur la Vision*; Mémoires de l'Académie de Nancy et *Optique oculaire*.

l'invariabilité de la grandeur de l'image d'un même objet réfléchi sur la cornée ; 2° qu'en supprimant en quelque sorte la cornée et la remplaçant par une lentille de verre placée à l'un des bouts d'un tube plein d'eau, dont l'autre bout est appliqué sur l'œil, l'œil ainsi modifié conserve la propriété de l'ajustement. Quant à supposer que le cristallin se déplace sans qu'il en résulte un changement de courbure dans la cornée, c'est ce que l'incompressibilité de l'humeur aqueuse ne permet pas d'admettre. Reste donc le changement de courbure du cristallin sans déplacement. Même en nous tenant dans l'hypothèse où nous nous sommes placés et que nous discuterons plus tard, de la *nécessité de l'ajustement* de l'œil, et en accordant à YOUNG qu'il a épuisé toutes les hypothèses qu'on peut faire pour l'expliquer, sa conclusion serait difficilement admise. Car cette propriété, qu'il attribue au cristallin de se contracter pour changer de courbure, différerait de la contractilité musculaire, que ses fibres ne possèdent point ; elle lui serait toute spéciale et tout aussi individuelle que la structure de son tissu. Malgré l'autorité d'hommes aussi considérables en physique et en physiologie que MM. ARAGO et DUGÈS, qui ont soutenu la doctrine d'YOUNG, il nous semble que cette fonction exceptionnelle des fibres du cristallin, pour être acceptée, aurait besoin d'être démontrée, non par induction, mais par expérience (1). M. ARAGO disait (2), en 1832, que jusque-là on n'avait pas fait d'*objection*

(1) Notre réflexion ne s'applique qu'à l'hypothèse de Young; car DUGÈS admet positivement des fibres musculaires et des filamens nerveux dans le cristallin : « Suivant lui, l'humeur du cristallin serait constituée par des fibres contractiles *analogues* à celles qu'on rencontre dans l'iris, et auxquelles se rendraient *des nerfs* et *des vaisseaux*. Ces fibres se réuniraient pour former une série de tuniques qui se recouvriraient mutuellement et seraient partagées en un nombre de segments d'autant plus grands, qu'on les examine plus superficiellement. »

(Précis d'hist. naturelle, par GILBERT, C. MARVIN et Ch. MARCHAL (de Calvi), tome II, page 145).

(2) Éloge de Thomas YOUNG, Mém. de l'Acad. des Sciences, tome XIII.

sérieuse à cette théorie : celle que nous venons de signaler et qu'on a toujours été en droit de lui faire est cependant selon nous très sérieuse : fonder une théorie sur la *supposition* d'une qualité toute spéciale dans un organe, c'est nous ramener aux *propriétés occultes* de l'ancienne physique. Mais il en est une autre plus directe encore, c'est qu'il résulte d'un grand nombre d'observations, dont quelques-unes sont rapportées par YOUNG lui-même, que les yeux opérés de la cataracte n'ont pas entièrement perdu la faculté de *s'accommoder* . comme on dit, aux différentes distances (1).

La contraction de la prunelle, comme unique moyen d'ajuster l'œil (dans la vision uniloculaire suivant l'axe) qui nous semble avoir été très bien établie par LA HIRE, a été soutenue soit explicitement, soit implicitement par LEROY, de Montpellier (2), par HALLER (3), SABBATIER, MAGENDIE, SIMONOFF, WALKER, TREVIRANUS... qui refusent à l'œil l'aptitude de subir des changements intérieurs pour s'accommoder aux distances et qui n'en comprennent pas la nécessité. C'est ainsi, ce nous semble, la conclusion d'un excellent Mémoire de DULONG sur cette question, inséré dans le *Journal des Savants* (4).

D'autres observateurs comme JURIN, KNOX, BREWSTER, MILE... tout en admettant que la variation de l'ouverture de la pupille était le *principal* changement qu'éprouvât l'œil, ont supposé qu'il était lié *organiquement* à un autre : JURIN et MILE supposent qu'il en résulte une variation de courbure de la cornée, BREWSTER un déplacement du cristallin (5).

Il y a, ensuite, d'autres hypothèses fondées sur la

(1) Voir une observation de HOME. Bib. Brit. première série, t. IV., page 136.

(2) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1755, p. 579.

(3) HALLER, *Physiolog.* tom. V. page 317.

(4) *Journal des Savants*, année 1818, p. 343.

(5) JURIN (*optique* de SMITH). — MILE (*Journal de Magendie*, tome VI, p. 36). — BREWSTER (*Manuel d'optique*, t. II, p. 138, et *Journal des sciences d'Édimbourg*, n° 1, p. 77.

différence essentielle de constitution que présentent les milieux réfringents de l'œil, comparés aux lentilles sphériques homogènes. Ces hypothèses ont été quelquefois soutenues conjointement avec une des précédentes. C'est ainsi que POTERFIELD (1) admettait déjà que la plus grande densité des couches centrales du cristallin corrigeait l'aberration de sphéricité de cette lentille. Il est, en effet, assez généralement reçu que le cristallin est formé de couches concentriques dont la densité augmente de la périphérie au centre. Quelques savants ont fondé sur cette constitution tout le système d'ajustement de l'œil. TREVIRANUS a cherché à démontrer mathématiquement qu'une semblable lentille, dans laquelle la densité croîtrait suivant une certaine progression, peut avoir une distance focale *invariable*, pourvu qu'un diaphragme à orifice variable change le rapport des rayons marginaux aux rayons centraux, d'après une loi qu'il fait connaître (2). L'hypothèse de M. PUILLET est peu différente. Il regarde le cristallin comme une lentille à un nombre infini de foyers différents. Les faisceaux lumineux centraux convergent plus près, les faisceaux marginaux plus loin. La contraction de la pupille arrêtant ces derniers accommode l'œil aux petites distances; sa dilatation permettant d'admettre les rayons marginaux qui concourent plus loin, produit l'ajustement qui convient aux grandes distances (3).

M. FORBES (4) a aussi considéré la densité variable des couches du cristallin, comme pouvant servir à l'ajustement de l'œil, mais par d'autres moyens. Il croit qu'une semblable lentille, soumise à une pression hydrostatique uniforme, doit céder moins au centre que sur les bords. De là, un changement de courbure tel qu'il est requis pour l'explication des phénomènes. Mais M. HALDAT a prouvé directement l'im-

(1) POTERFIELD, *Essais de médecine*, tome IV, page 231.

(2) Voir les physiologies de MULLER et de LONGET.

(3) *Traité de physique*, tome II, 3<sup>e</sup> édition, page 233 et suiv.

(4) Comptes-rendus de l'Acad. des sciences, tome XIX, page 1312, et tome XX, page 61.

possibilité de cet effet en faisant subir au cristallin, sans déformation sensible, une pression uniforme infiniment supérieure à celle que peuvent exercer les muscles de l'œil (1).

Par d'autres considérations, deux savants mathématiciens, MM. STURM et VALLÉE, ont cherché à expliquer les conditions de la Vision distincte à différentes distances.

M. STURM, après avoir soumis à l'examen les mesures des courbures des milieux réfringents de l'œil, qu'il emprunte aux travaux de SOEMMERING, CHOSSAT et KRAUSE, ne croit pas qu'on puisse regarder ces milieux comme terminés par des surfaces sphériques, ni même de révolution ou symétriques autour d'un axe commun. Envisageant alors le problème dans toute sa généralité, il considère le globe de l'œil comme un système lenticulaire multiple à surfaces courbes quelconques. Il rappelle que les rayons qui ont traversé un semblable système sont, après leur dernière réfraction, toujours perpendiculaires à une certaine surface. Partant de ce principe, il étudie la forme qu'affecte, après la dernière réfraction, un faisceau très mince de rayons qui traversent un diaphragme d'une très petite ouverture, ayant son plan perpendiculaire au rayon qui passe par son centre. Il trouve que ces rayons, par leurs intersections successives, forment une surface caustique gauche généralement à deux nappes distinctes. Les rayons infiniment voisins du rayon central, susceptibles de le couper, sont compris dans deux plans perpendiculaires entr'eux, et chaque système a son foyer. Le maximum de concentration des rayons lumineux, provenant d'un même point, a lieu dans l'espace compris entre ces deux foyers, espace que M. STURM appelle *intervalle focal*. La section du faisceau réfracté par un plan perpendiculaire à l'axe se réduit à une droite en chacun des foyers. Partout ailleurs, elle est une ellipse, sauf en un certain point entre les deux foyers où cette section devient un très petit cercle. A partir de cette

(1) Comptes-rendus de l'Académie des sciences, t. XX, p. 1361.

position, en deça ou au-delà, les sections elliptiques ont leurs grands axes dans les plans respectivement perpendiculaires définis plus haut. L'intervalle focal peut être très petit, mais il ne peut devenir nul que dans des conditions très particulières. Cela posé, M. STURM admet que, pour que la Vision soit distincte, il suffit que le faisceau réfracté rencontre la rétine entre ces deux foyers, ou très près de l'un ou de l'autre, en deça ou au-delà de l'intervalle focal (1).

Ce beau travail de M. STURM, dont il a vérifié par expérience les principaux résultats, quelles que soient d'ailleurs les hypothèses que l'on fera sur la Vision, devra toujours être pris en grande considération, parce que l'auteur s'y est élevé à une généralité dont la vérité est indépendante de toute hypothèse particulière.

M. VALLÉE nous paraît avoir procédé, comme physicien, d'une manière beaucoup moins philosophique. Dans ses longues et savantes spéculations, fort remarquables d'ailleurs au point de vue mathématique, il semble avoir voulu créer l'œil, comme DESCARTES créait le monde. Il nous dit lui-même (2) que « dans toutes ses recherches, il a été guidé par l'idée que l'œil doit être un instrument d'une extrême perfection. » On sait aujourd'hui combien est vaine et, en général, stérile dans les sciences naturelles, cette considération des causes finales. C'est là cependant le point de départ de M. VALLÉE. Il cherche, à *priori*, les hypothèses les plus propres à assurer la perfection qu'il attribue à l'œil, se réservant de les vérifier plus tard par l'observation et par l'expérience. On comprend tout le danger de cette méthode. L'hypothèse doit venir à la suite des faits et non les précéder, autrement nous risquons de ne voir la réalité qu'à travers un prisme trompeur. Si l'observation d'où dépend

(1) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, tome XX, page 554-761-1238.

(2) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, t. II, p. 926.— Voir rapp. de M. BABINET, t. XXII, p. 733.

la vérification de notre théorie est tant soit peu délicate, il est difficile que nous n'en jugions pas le résultat conforme à nos prévisions. Quatre-vingt-dix-neuf expériences, qui démentent notre hypothèse, parlent moins puissamment à nos yeux qu'une seule qui la confirme.

L'hypothèse fondamentale de M. VALLÉE, qu'il avait imaginée dès 1821, est que la réfringence de l'humeur vitrée croît rapidement du cristallin à la rétine. Il en résulte que chaque faisceau de rayons rendu convergent par la réfraction à travers la cornée, l'humeur aqueuse et le cristallin (que l'auteur appelle l'appareil *concentrateur*) est considérablement allongé en pointe de bonnet chinois (qu'on nous pardonne cette comparaison familière, à cause de sa fidélité), en traversant l'humeur vitrée (appareil *cuspidateur*), et que la réfraction inverse, qu'il subit dans ce milieu de plus en plus en plus réfringent et dispersif, tend à détruire l'aberration de sphéricité et l'aberration de réfrangibilité, produites par le premier appareil. Cependant, comme l'auteur a reconnu que cette hypothèse seule ne suffisait pas pour expliquer la vision distincte à différentes distances, il a été conduit à admettre, en même temps, de légères variations dans la courbure de la cornée, la longueur de l'œil, la position du cristallin, et il croit que la seule action de l'iris, même sans le secours des muscles, peut produire les déformations dont il s'agit (1). Sans aucun doute, toutes ces hypothèses sont fort ingénieuses, mais ce ne sont jusqu'ici que des hypothèses. Nous croyons, avec M. DE HALDAT, que c'est à l'expérience qu'il nous faut demander des lumières sur la théorie de la Vision (2).

Jusqu'ici, nous avons supposé implicitement, dans la question de l'ajustement de l'œil, qu'il ne s'agissait que de la vision unioculaire, suivant la direction de l'axe principal du cristallin. Il est certain, et c'était

(1) Comptes-rendus de l'Académie des sciences, tome XIV, page 482.

(2) *Ibid.*, tome XX, page 1564.

un fait déjà bien connu des plus anciens auteurs de traités d'optique, que c'est dans cette direction que la vue est la plus nette et la plus sûre. Mais nous voyons aussi dans les directions obliques, et quelques yeux voient mieux de cette façon. C'est une considération qui a été trop souvent négligée par les physiiciens et dont il faut cependant tenir compte, ainsi que l'ont fait voir LEROY ( de Montpellier ), et DULONG (1), quand on cherche à établir la nécessité de l'ajustement de l'œil par les conditions de la Vision distincte et confuse. Car si nous admettons, comme on le fait généralement, que le *centre optique* du système des lentilles oculaires soit dans le cristallin (2), il est évident que la rétine sera plus voisine de ce centre dans la direction des axes secondaires que dans celle de l'axe principal. Il sera donc possible que le foyer conjugué d'un point situé sur ce dernier axe soit en avant de la rétine, lorsqu'il pourrait y tomber précisément, si ce point était placé à la même distance sur un des axes secondaires. L'œil pourrait donc s'ajuster, dans ce cas, sans autre déplacement que celui de son axe. C'est un point que nous discuterons plus loin.

Il ne nous reste plus qu'à parler des conditions d'ajustement dans le cas de la vision avec les deux yeux.

La plupart des auteurs, depuis ARISTOTE, ont admis que nous voyons avec les deux yeux deux images du même objet qui, par un accord sympathique, se superposent et se confondent dans la perception, toutes les fois qu'elles sont reçues sur des points semblablement placés par rapport aux centres de similitude des deux rétines. On prend, d'ailleurs, pour ces centres de similitude, l'extrémité postérieure de chacun des axes oculaires. Lorsque les deux images sont *différemment* placées par rapport à ces points, l'objet est vu double. C'est là un fait physiologique et même psychologique qu'ARISTOTE (3), bien avant Des-

(1) Voir le Mémoire déjà mentionné. *Journal des savants*, 1818.

(2) VOLKMAN le suppose même *derrière* le cristallin. Voir MULLER, tome II, page 317.

(3) ARISTOTE, liv. XXXI, pr. 11. — Voir à l'Appendice.

CARTES, avait rapporté à un autre fait du même ordre : l'unité de sensation que nous éprouvons en touchant le même objet avec deux doigts *parallèles*, et la *double* sensation qui résulte du contact de cet objet avec les deux doigts *croisés*.

Il n'y a pas de difficulté entre les physiiciens sur les conditions de la Vision uniloculaire simple ou double. On ne trouverait pas aujourd'hui probablement un autre TIMAGORAS qui nierait avoir jamais vu deux lumières du même flambeau, bien qu'il l'eût regardé en *tordant* un de ses yeux (1). La Vision double a lieu simultanément pour les objets quand les deux axes oculaires sont dans des plans différens, où quand ils sont divergents, bien que dans un même plan. Elle a lieu aussi pour tout objet qui est en deça et au-delà du point de concours des axes principaux ou des axes secondaires *semblablement* placés. C'est ce qu'ALHAZEN a depuis long-temps fort bien établi par l'expérience. Mais dans le cas où la Vision est simple, l'unité de l'impression résulte-t-elle, comme nous avons semblé le dire, de la fusion et de la combinaison des deux images en quelque sorte superposées, ou bien n'y en aurait-il réellement qu'une seule de perçue, l'autre étant pour ainsi dire éclipsee ? Plusieurs observateurs, entr'autres MAUROYCE (2), Sébastien LECLERC (3) GASSENDI (4), DUTOUR (5), et M. GERDI, ont soutenu cette dernière opinion. Suivant eux l'une des images est presque toujours plus vive que l'autre, à raison de l'inégale sensibilité de la rétine ; ou de la distance focale différente pour les deux yeux. Dans ce cas, la plus forte anéantit la plus faible. Mais quand bien même les deux yeux auraient la même sensibilité et

(1) CICÉRON. Académ. quest. liv. IV. cap. 25. — LUCRÈCE parle de Vision double, liv. IV. vers 449.

(2) MAUROYCI : *de refract. opticis Libri novem*.

(3) Séb. LECLERC : *Système sur la Vision*, 1679 ; réimp. en 1714, sous le titre : *Discours touchant le point de vue*.

(4) GASSENDI : *Opera*. Epist. III. dm. BULLIALDO. tom. III. page 448.

(5) DUTOUR : *Mém. des sav. étrangers*, tom. III, IV.

la même portée, comme la tension et la relaxation de nos organes pairs, doivent se succéder et alterner, en vertu d'une loi de notre constitution, chaque image l'emporterait tour à tour et dominerait momentanément seule. Le physicien DUTOUR accorde cependant que, dans certains cas, les images rivales peuvent en quelque sorte transiger, et se céder mutuellement la moitié du terrain. Alors l'image unique est formée de deux moitiés différentes de ces deux images. Mais dans aucun cas, elle ne présente, dans son ensemble, la fusion et le mélange des deux figures ou des deux couleurs. Les expériences si curieuses du stéréoscope ont sinon complètement tranché la question, du moins l'ont beaucoup éclaircie. Nous avons reconnu avec surprise que l'unité d'impression pouvait résulter non-seulement de la fusion et de la combinaison de deux images réellement perçues simultanément, mais qui plus est de deux images essentiellement différentes. Il y a cependant quelque vérité dans les observations de MAUROYCE, de LECLERC, de GASSENDI et de DUTOUR; nous y reviendrons en rapportant quelques expériences que nous avons faites sur ces mêmes phénomènes.

Que les deux images soient perçues simultanément ou séparément, on comprend que dans le problème de la Vision distincte avec les deux yeux, il faut poser, comme première condition, la direction des axes qui assure l'unité de l'impression. Il est naturel de penser que cette direction des axes doit se lier aux autres conditions, quelles qu'elles soient, d'ajustement de l'œil. Aussi beaucoup de physiciens admettent-ils avec POTERFIELD (1) que « le changement de configuration de nos yeux, qui les met à portée de voir distinctement à diverses distances, est toujours une suite d'un semblable changement dans la direction des axes optiques avec lequel il a été lié par l'usage et par l'habitude. » MULLER, tout en reconnaissant que cette liaison des deux accommodements de la vue est intime et habituelle, pense cependant avec M. PLATEAU qu'elle n'est que

(1) POTERFIELD: *ibid.* cité.

secondaire et qu'un seul œil sans changer la direction de l'axe peut s'ajuster à différentes distances (1).

Il résulte de l'exposé historique que nous venons de faire, que la plupart des physiiciens supposent, avec KLÉPER : 1° que l'œil est un instrument d'optique comparable à la chambre obscure, dans lequel la rétine est le tableau où se forme l'image ; l'iris, le diaphragme à ouverture variable ; le cristallin et les autres humeurs réfringentes, l'objectif très composé ; 2° que la Vision n'est distincte qu'autant que l'image peinte sur la rétine est nette, sans confusion, c'est-à-dire que chaque pinceau lumineux ne touche la rétine qu'en un point ou à peu près ; 3° que pour remplir cette condition aux différentes distances auxquelles un objet est vu distinctement, il faut que l'œil s'ajuste, c'est-à-dire *se mette au point*, comme la chambre obscure artificielle ; 4° que pour voir distinctement avec les deux yeux, il faut en outre faire converger sur l'objet les deux axes optiques principaux ou du moins deux axes secondaires semblablement placés par rapport à ces axes principaux ; 5° qu'il y a une étroite liaison, même dans la Vision uniloculaire, entre la direction des axes et l'ajustement de chaque œil.

Avant d'en venir aux recherches expérimentales qui font l'objet spécial de notre travail, nous soumettrons à une discussion préalable la théorie de la Vision, que nous venons de résumer. Nous examinerons successivement les questions suivantes :

1° Est-il démontré que pour voir distinctement à différentes distances, il est nécessaire que la distance focale de la lentille oculaire puisse varier à volonté ; en un mot, dans le sens où on l'entend ordinairement, est-il besoin que l'œil s'ajuste ?

2° Est-il prouvé, *en fait*, que l'œil s'accommode aux distances, et, dans le cas de l'affirmative, l'œil le mieux conformé peut-il s'ajuster pour voir distinctement à toutes les distances ou entre certaines limites seulement ? N'y a-t-il pas à distinguer, sous ce rap-

(1) MULLER. *Manuel de Physiologie*. tom. II, page 330.

port, la Vision avec un seul œil et la Vision avec les deux yeux ?

3° Pour expliquer la Vision distincte entre les limites où elle est généralement possible, ne suffit-il pas d'admettre dans l'œil les seuls changemens qui soient *en fait* bien établis, à savoir : la variation de l'ouverture de la pupille et le changement de direction des axes optiques ?

4° N'y a-t-il pas lieu à distinguer, comme l'ont fait plusieurs auteurs, la Vision parfaite et la Vision distincte, la Vision nette et la Vision claire, la Vision de détail et la Vision d'ensemble ? N'a-t-on pas omis jusqu'ici, pour la plupart des vues et particulièrement pour celle des myopes, une des principales causes organiques qui déterminent les conditions de la Vision distincte et de la Vision confuse ?

---

### ARTICLE 5.

*Examen des conditions assignées jusqu'ici à la Vision distincte et à la Vision confuse.*

---

1. — Après avoir passé en revue et discuté successivement les différents moyens proposés jusqu'à eux pour expliquer l'ajustement de la vue, HALLER et DULONG se sont posé les mêmes questions : Est-il réellement nécessaire, pour voir distinctement les objets inégalement éloignés, que la distance focale des lentilles oculaires subisse un changement correspondant.

« Il est assez singulier, dit DULONG, que l'on ait recherché avec tant d'opiniâtreté un mécanisme capable de modifier la distance focale de l'œil, avant d'en avoir démontré la nécessité. La plupart des physiciens ont toujours admis comme un fait incontestable que la Vision ne peut être distincte, si le foyer des rayons lumineux ne tombe pas exactement sur la rétine. Cependant, tout le monde sait que, dans le tableau d'une chambre obscure, on peut discerner assez bien les images des objets très inégalement éloignés; qu'il est à la vérité une distance à laquelle l'image est mieux terminée, mais que l'on peut tolérer un certain degré de confusion (1). »

« Je me suis servi, dit HALLER, plus de cent fois d'une chambre obscure avec le même verre pour dessiner les objets éloignés, comme les objets proches, je les ai toujours vus très bien et très distinctement (2). »

Ne sait-on pas, d'ailleurs, que dans la chambre obscure primitive, c'est-à-dire sans verre lenticulaire, les objets vivement éclairés vont peindre leurs *spectres* sur un carton blanc placé à quelque distance de l'ouverture, supposée très étroite, sous une forme au moins aussi distincte et aussi reconnaissable que celle des objets que nous voyons directement à l'œil nu à de grandes distances. Ainsi, même en admettant que les pinceaux lumineux qui entrent dans la pupille suffisamment contractée et qui viennent, après s'être croisés, tomber sur la rétine, restassent composés de rayons parallèles ou divergents, ils donneraient encore au fond de l'œil des images assez nettes pour que l'on pût distinguer les objets aussi bien que dans la chambre obscure ordinaire.

S'il était nécessaire, pour la Vision distincte, que les rayons se réunissent exactement et rigoureusement sur la rétine, on ne pourrait voir qu'un seul objet et même qu'un seul point *distinctement*, quand on regarde plusieurs objets à la fois. Cependant, ainsi

(1) DULONG, *Mém.* cité.

(2) HALLER, *Physiologie*, tome V.

que le faisait fort bien observer D'ALEMBERT : « Un œil bien conformé voit à la fois très distinctement deux objets placés à deux distances très différentes, quoiqu'il soit impossible que les foyers des rayons qui partent de ces deux différentes distances soient les mêmes et que conséquemment les deux foyers soient exactement l'un et l'autre au fond de l'œil. Il suffit, pour la Vision distincte, comme l'a prouvé JURIN, art. 108 et suivants, que le foyer des rayons occupe au fond de l'œil un très petit espace (1). » En outre, comme la pupille a toujours un diamètre sensible, il y a toujours une certaine aberration de sphéricité et de réfrangibilité, et conséquemment il est impossible que le foyer conjugué de chaque point rayonnant se réduise à un seul point. Cette condition n'est donc pas nécessaire pour que la vision soit distincte.

Quelques auteurs ont voulu soumettre la question au calcul, soit pour établir les limites des variations de forme qu'aurait à subir l'œil pour s'ajuster, soit pour montrer l'inutilité de cet ajustement.

OLBERS, partisan de l'agissement par changement de courbure de la cornée, a trouvé, d'après certaines données un peu arbitraires sur la composition de l'œil, que la distance focale comptée à partir du centre de cornée, était :

Pour une distance infinie de l'objet	=	0 <sup>p</sup> ,8996	=	24 <sup>mm</sup> ,365
pour 27 pouces ou 671 <sup>mm</sup>	0	9189	=	24 874
8 — ou 216....	0	9674	=	26 179
4 — ou 27....	1	0426	=	28 230

ce qui donne une différence *maximum* égale à 0<sup>p</sup>,143 ou 3<sup>mm</sup>,867. Il en conclut qu'une variation de 0<sup>p</sup>,060 égale à 1<sup>mm</sup>,624 dans le rayon de courbure de la cornée, suffit pour accommoder l'œil à toutes les distances depuis la plus grande jusqu'à la plus petite. Mais M. SIMONOFF, en s'appuyant sur les données de l'anatomie comparée de CUVIER (tome II, page 384) a calculé que la différence entre les distances focales

(1) D'ALEMBERT, *Opuscles Math.*, tome III, page 57.

pour l'œil humain et pour des objets dont la distance varie de 250 millimètres à l'infini, n'est que de 0<sup>mm</sup>,018, si l'ordonnée verticale de la cornée est de 2 millimètres, et de 0<sup>mm</sup>,014, si cette ordonnée est de 1 millimètre. C'est à peine si cette différence surpasse l'épaisseur de la rétine, qui est transparente et, selon quelques anatomistes, sensible dans toute son étendue. Il en conclut qu'il n'est pas nécessaire de supposer que la distance focale de l'œil change pour que l'on voie distinctement des objets placés à des distances variables, depuis 250 millimètres jusqu'à l'infini. La netteté des images de ces objets ne dépendra que de leur diamètre apparent et de la transparence de l'air interposé (1).

Nous ne savons comment M. SIMONOFF a suppléé aux données indispensables à son calcul qui, de l'aveu même de CUVIER, manquent dans les *leçons d'anatomie comparée*. Car non-seulement l'illustre naturaliste prévient qu'à l'époque où il écrit, on n'a encore les dimensions de l'œil que d'une manière incomplète et peu sûre, mais même qu'on n'a presque rien sur le pouvoir réfringent des trois humeurs; aussi ne les indique-t-il pas. Nous croyons qu'aujourd'hui, bien que nous possédions, sur tous ces points, des données plus précises, grâce aux beaux travaux de CHOSSAT, BREWSTER, SOEMMERING, KRAUSE, on ne peut absolument rien conclure de semblables calculs. Pour nous édifier à cet égard, nous avons déterminé la distance focale pour un des yeux dont KRAUSE a mesuré les dimensions (le n° 2). Nous avons tenu compte des quatre réfractions à travers la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et le corps vitré, ainsi que des épaisseurs de ces milieux et de leurs pouvoirs réfringents. Le point lumineux était supposé placé sur l'axe, et nous avons calculé la distance de son foyer conjugué à la cornée, en ne considérant que les rayons infiniment voisins de l'axe. Nous avons trouvé ainsi que non-seulement, pour aucune distance finie du point lumineux, le foyer ne tombait sur la rétine, mais

(1) *Journal de physiologie* de MAGENDIE, tome IV, page 260.

encore que le foyer des rayons parallèles à l'axe était à près de 36 millimètres de la cornée (1). Or, comme le diamètre de l'œil, dirigé dans le sens de l'axe optique, n'avait que 25 millimètres, il s'en serait suivi une telle organisation pour la vue de l'individu que les rayons parallèles n'eussent concouru, après leur réfraction, qu'à plus de 40 millimètres derrière la rétine. En prenant d'autres données plus rapprochées des dimensions moyennes, j'ai obtenu des résultats plus acceptables, mais cependant très différents de ceux qu'avaient trouvés **OLBERS** et **SIMONOFF**. Ainsi, par exemple, en considérant un œil dont les rayons de courbure seraient pour la cornée de  $1^{\text{mm}},5$ , pour les surfaces antérieures et postérieures du cristallin de  $7^{\text{mm}},5$  et de  $5^{\text{mm}},5$ ; prenant pour les épaisseurs réunies de la cornée et de l'humeur aqueuse  $3^{\text{mm}},7$ , du cristallin 5 millimètres, et pour les indices *relatifs* de l'humeur aqueuse, du cristallin et de l'humeur vitrée, les nombres 0.337, 1.034, 0.967 (la cornée étant supposée confondue avec l'humeur aqueuse), j'ai trouvé que la distance de l'image à la cornée était de  $25^{\text{mm}},9$ , pour une distance du point lumineux égale à 734 millimètres, et de  $25^{\text{mm}},1$  pour une distance infinie. Différence deux fois plus grande que celle qui résulte du calcul d'**OLBERS**; 500 fois plus forte que celle que **SIMONOFF** donne pour un déplacement encore plus considérable de l'objet (2). Une si grande discordance ne permet pas d'asseoir une conclusion quelconque sur les résultats obtenus par cette voie. C'est l'expérience seule qui peut nous éclairer. Or ici, tous les observateurs sont d'accord sur ce point, que les images vues au fond de l'œil d'un animal, alors que l'organe privé de la vue ne peut évidemment s'ajuster, n'en restent pas moins très nettes, bien qu'on fasse varier considérablement les distances des objets lumineux.

(1) D'après le rapport de **M. POUILLET** sur le mémoire de **M. VALLÉE**, ce physicien serait parvenu à peu près aux mêmes résultats que nous. (*Comptes-rendus*, 1840, tome II, page 803).

(2) Voir, en note, le développement des calculs, n° 20.

M. MAGENDIE (1), et après lui M. VALLÉE, ont fait ces expériences sur les yeux de lapins albinos dont la cornée par derrière est assez transparente pour y voir les images sans aucune préparation.

M. HALDAT, qui a beaucoup varié cette expérience des images au fond de l'œil, et qui a imaginé un petit appareil pour les mieux observer, n'a laissé aucun doute sur le résultat. Il a constaté que l'œil entier aussi bien que le cristallin seul donnaient à la même distance focale des images très nettes d'objets placés à des distances et dans des directions très différentes. Des yeux où on a substitué l'air à l'humeur aqueuse, et même des yeux, réduits au cristallin seul avec le corps vitré, donnent encore des images, assez pures pour qu'on reconnaisse parfaitement leur ressemblance avec les objets représentés. Du reste, l'œil entier ou le cristallin ne possède pas exclusivement cette propriété : elle est commune à toutes les lentilles à très court foyer. Ainsi une lunette dont le foyer de l'objectif est à 8 centimètres, n'exige aucun changement dans l'ajustement des verres pour voir les objets placés à 600 mètres aussi bien que ceux qui sont à 30 mètres (2). Il résulte de tous ces faits que l'œil a beaucoup moins besoin de s'ajuster qu'on ne le croit généralement, et que sans changer de forme il peut recevoir sur la rétine des images fort reconnaissables d'objets inégalement éloignés. Cependant, il est évident qu'il y a pour chaque œil une distance à laquelle l'image a le plus de netteté, et où sans effort nous voyons le plus distinctement. C'est la distance où nous lisons habituellement un livre imprimé en petits caractères. Tout le monde en convient. Il reste à examiner, en fait, si par un certain effort, cette distance de la Vision distincte peut varier.

2. — Certaines personnes ont le précieux privilège de distinguer les objets suffisamment lumineux à toutes les distances. M. PLATEAU a joui de cette excel-

(1) MAGENDIE. *Physiologie*, tome I, page 57.

(2) HALDAT : *Recherches sur la Vision* (Mém. de l'Acad. de Nancy) et *Optique oculaire*, 1849.

lente vue, et M. MULLER en jouit encore. « *Je vois bien*, dit ce dernier, *à toute distance* (1). » Il ne nous appartient point à nous autres, pauvres myopes, de contester la possibilité du fait. Nous ressemblerions aux aveugles qui refuseraient le don de voir aux clairvoyants. Il est entendu cependant que par *bien voir*, il ne s'agit pas ici de voir très nettement et très distinctement. Il n'est aucun œil (2) qui distingue une étoile comme on la voit avec une lunette d'approche ; qui puisse reconnaître les phases de Vénus, compter les tuiles ou les pierres d'un édifice éloigné, comme il le ferait avec une longue-vue, ou bien encore lire à toutes les distances. Quand il s'agit de Vision claire, nette et distincte, on ne l'admet, en général, qu'entre certaines limites, plus ou moins éloignées, suivant la souplesse de vue. C'est entre ces limites que les uns affirment et que les autres nient un changement de forme dans l'œil, tel que le foyer conjugué de chaque point visible tombe toujours exactement sur la rétine.

Depuis LAHIRE (3), on a invoqué pour et contre l'opinion de *l'ajustement* la célèbre expérience de SCHEINER : la Vision double d'un même objet très fin qu'on regarde à travers deux trous d'épingles percés, très près l'un de l'autre, dans l'épaisseur d'une carte. Lorsque l'objet est placé à une distance plus grande ou plus petite que la Vision distincte, on le voit double. On conçoit, en effet, que les deux faisceaux lumineux partis d'un même point de l'objet visible et qui entrent dans l'œil en passant par ces deux trous, ne se réunissent qu'au foyer conjugué du point lumineux. S'ils rencontrent la rétine avant ou après leur concours, ils y peindront deux images du même point. On fait ordinairement l'expérience à l'aide de l'appareil qui a reçu le nom d'optomètre. On place un écran percé de deux petites ouvertures à l'extrémité d'un fil blanc,

(1) MULLER, *Manuel de Physiologie*, t. II, p. 328.

(2) Sauf peut-être quelques vues aussi perçantes que celle de ce SCHÖEN, dont parle M. DE HUMBOLDT. *Cosmos*. t. III, p. 289.

(3) Voir à l'Appendice, n. 21.

tendu horizontalement au-dessus d'un fond noir ou réciproquement, d'un fil noir sur un fond blanc. En regardant ce fil à travers les deux fentes dans toute l'étendue où il est visible, on le voit double, sauf entre deux points plus ou moins rapprochés, suivant la vue et la grosseur du fil : quand le fil est très fin et que l'œil est *fixé*, les deux images du fil se croisent *sensiblement* en un seul point qui détermine la distance de la Vision distincte. « Dans le plus grand nombre de cas, le point de décussation correspond à une distance invariable pour le même individu : quelques personnes peuvent, au contraire, par un effort plus ou moins pénible le rapprocher ou l'éloigner à volonté (1). » Je tiens de M. PUILLET, qu'avant qu'il fût presbyte, il pouvait faire varier le point de décussation d'un mètre au moins à l'optomètre d'YOUNG. Si pour toutes les vues, le point de décussation fût resté invariable, la question était résolue, ce semble, contre l'opinion de ceux qui admettent l'ajustement de l'œil. Avant de chercher à réfuter l'objection qui se tire du fait contraire, je ferai observer que dans une question de cette nature, il est des esprits fort difficiles à contenter. POTERFIELD, partisan de l'ajustement, bien qu'il ne pût en regardant à travers les deux trous d'épingles changer son point de vue, et qu'il ne paraisse pas avoir connu cette possibilité dans d'autres yeux, n'en admettait pas moins que l'œil s'accommodait, quand il regardait directement. Et voici la raison qu'il en donne : c'est que l'âme n'accommode la vue qu'autant que cela est nécessaire pour voir distinctement. Or, comme la Vision à travers la carte percée est distincte quoique multiple, l'âme ne change point la conformation de l'œil, rien ne la déterminant alors à faire ce changement (2). Malgré cela, voici quelques faits d'observation personnelle qui aideront peut-être à expliquer comment certains yeux peuvent faire varier leur point de Vision distincte. Mon œil, comme celui de tous les myopes, voit *multiples* les

(1) DELONG. Mémoire cité.

(2) POTERFIELD. *Essais de Méd. d'Édimbourg*, IV.

objets placés trop près ou trop loin. Or, pour voir *simple* un point placé en deça ou au-delà de la portée de ma vue, il me suffit de déplacer avec le doigt l'axe optique de l'œil avec lequel je regarde, l'autre étant fermé. Si l'objet est trop près, je pousse l'œil du dehors au dedans : s'il est trop loin, du dedans au dehors. Si l'objet est en face de l'œil, il me suffit de relever ou d'abaisser ce même axe en pressant légèrement sur la paupière inférieure ou supérieure de bas en haut ou de haut en bas. Ce qui me fait croire que de cette façon je ne fais que changer la direction de l'axe optique sans déformer l'œil, c'est que la pression est extrêmement faible et de plus que si je remue la tête, de toute pièce sans cesser de presser l'œil du doigt, la confusion de la vue reparaît lorsque l'axe optique se trouve dans sa position primitive. Ainsi quand j'ai relevé l'axe pour voir distinctement, en abaissant la tête la vue redevient de nouveau confuse et réciproquement. Je ferai observer que ce n'est que dans des limites très étroites que ce déplacement forcé de l'œil m'aide à voir plus distinctement un objet de très près, et seulement dans le cas où cet objet est dans le plan perpendiculaire à la ligne qui joint les deux yeux. Cet effet est surtout sensible lorsqu'ayant fixé les deux yeux sur une ligne droite placée de très près à égale distance de chacun d'eux, je viens à pousser du côté du nez l'œil droit ou l'œil gauche. Les deux images superposées se séparent, et celle qui répond à l'œil déplacé est la plus nette. Je m'explique le fait en admettant que l'axe se porte alors plus directement sur l'objet qui n'était vu auparavant qu'un peu obliquement. Or dans la direction de l'axe, la rétine est plus éloignée du cristallin. Mais c'est principalement pour les objets placés *au-delà* de ma Vision distincte que le dérangement de l'œil produit les effets les plus marqués. Je puis ainsi lire des affiches en gros caractères à des distances doubles ou triples de la portée habituelle de ma vue. Un fil qui me paraît multiple à 25 centimètres, est vu simple alors à plus de un mètre. Si je place le titre d'un livre à une distance plus grande que celle de ma Vision distincte, je le lis fa-

cilement, soit en relevant du doigt l'œil, soit en l'abaissant. Les caractères sont non-seulement plus nets, mais plus allongés. En fixant le titre des deux yeux, puis relevant ou abaissant l'axe de l'un, je vois le titre double, l'un confusément, l'autre distinctement, et ce dernier est toujours celui que je lis avec l'œil dérangé de sa position. Je reconnais de plus très facilement que le déplacement apparent de l'objet a lieu en sens inverse du dérangement de l'œil. Tous ces effets s'expliquent parfaitement, suivant moi, par le simple changement de direction de l'axe optique. Dans la direction d'un axe oblique, la rétine est plus près du cristallin que dans celle de l'axe central. Dès lors les faisceaux lumineux qui, dans cette dernière direction, concouraient en avant de la rétine, peuvent, dans la direction oblique, avoir leur foyer sur cette membrane, et on conçoit comment l'objet sera vu plus net et paraîtra plus grand parce qu'il sera jugé plus près.

La fameuse expérience *des deux épingles* (1) alléguée si souvent, depuis POTERFIELD, comme une preuve de l'ajustement de l'œil, a été expliquée, il y a déjà long-temps, d'après ces principes, par LEROY (de Montpellier), et DULONG. Mon œil m'a fourni le moyen de vérifier directement l'explication sans être obligé de regarder à travers les fentes d'une carte.

En conséquence de ces faits, j'admets que les bonnes vues, pour s'accommoder à une Vision distincte pour différentes distances, n'ont pas besoin d'un véritable ajustement. Elles peuvent produire, avec les muscles droits et obliques de l'œil, les déplacements que je n'exécute qu'imparfaitement avec le doigt. Cette souplesse musculaire, qui s'acquiert et s'entretient par l'exercice, se perdrait chez les myopes, qu'un défaut que j'ai déjà signalé (la multiplicité des images du même objet), oblige à regarder de préférence dans la direction de l'axe optique, où le défaut est moins sensible. Il est bien entendu d'ailleurs qu'au déplacement de l'axe se joint la variation du diamètre de la

(1) Voir *Appendice*, n° 21.

pupille, que personne ne conteste, soit qu'elle ait lieu comme effet indépendant ou comme effet consécutif. On sait que les myopes voient très bien les objets éloignés à travers un trou d'épingle et que les presbytes peuvent, de cette façon, distinguer les objets très rapprochés.

Quelques observateurs ont essayé de démontrer directement le changement de courbure de l'œil, quand il s'accommode aux distances, en mesurant la grandeur des images formées par réflexion sur la cornée d'une personne qui regarde successivement un objet voisin et un objet éloigné. HOME, en employant un procédé micrométrique imaginé par RAMSDEN, pour prendre cette mesure, obtint des résultats conformes à son opinion. YOUNG reprit avec beaucoup de soin la même expérience, qui ne lui donna qu'un résultat négatif. M. HELMHOLTZ, dans ces derniers temps, est venu confirmer les observations de HOME, et a annoncé qu'il avait trouvé des différences très sensibles entre les grandeurs des images réfléchies sur la cornée dans les circonstances définies. Mais si l'on remarque que le simple déplacement de l'axe optique suffit pour expliquer ces différences, dans la supposition où la cornée ne serait pas partout d'une égale courbure, on comprendra qu'on ne peut rien conclure de ces mesures. Il faut se rappeler, d'ailleurs, les expériences de YOUNG et de HALDAT, qui prouvent que l'œil s'accommode aux distances, abstraction faite de tout changement dans la cornée.

Il ne s'est agi, jusqu'ici, que de la Vision uniuolaire. Dans la Vision avec les deux yeux, il est certain que nous pouvons voir à notre volonté des objets placés à différentes distances, ou distinctement ou confusément. Il suffit, pour s'en convaincre, comme dit fort bien M. BABINET, de tenir sa plume entre l'œil et le papier, et de *fixer* successivement le bec de cette plume et les caractères qu'elle vient de tracer. Quand on verra distinctement les caractères, le bec de la plume ne sera vu que d'une manière confuse et réciproquement. Mais sur ce point, la plupart des observateurs sont d'accord. L'ajustement de la vue résulte

alors d'un mouvement instinctif de direction commune des deux yeux vers l'objet qu'on cherche à distinguer. L'organe est stimulé *sympathiquement* par le besoin de *fondre* en une seule sensation les impressions faites par les deux images sur la rétine. Rien de plus curieux que d'étudier cet effet au stéréoscope : des figures d'une ressemblance très grossière, présentées séparément aux deux yeux sur un fond uniforme, ne tardent pas à se rapprocher, à se superposer et enfin à se fondre en une figure unique, où nous ne distinguons qu'un *patron*, sans traces de soudure et de raccordement. Ce besoin d'unité semble forcer l'œil à laisser de côté dans les deux images tout ce qui ne peut y être ramené. Il *prête*, au contraire, pour ainsi dire, à cette image unique qu'il s'est assimilée, une netteté, une clarté et souvent un relief que n'ont point les figures vues séparément et qui montrent tout le pouvoir de l'âme dans la formation des idées qui nous viennent de la vues.

Quelques auteurs ont pensé que pour voir *distinctement* avec les deux yeux, il fallait que les axes optiques concourussent sur l'objet. On s'expliquerait alors difficilement l'expérience du stéréoscope. Il suffit, comme le disent MM. PLATEAU et MULLER, que les axes secondaires, dirigés sur le même point, soient semblablement placés par rapport aux axes principaux. Qu'on dispose, sur une même feuille de papier, quatre pains à cacheter aux quatre sommets d'un rectangle ou d'un parallélogramme. Au stéréoscope, ils se réuniront immédiatement à deux. S'ils avaient été disposés aux quatre sommets d'un trapèze isocèle, on n'aurait pu réduire à un seul que les deux petits cercles de la base supérieure ou de la base inférieure, mais jamais *les quatre* n'auraient pu à la fois être réduits à deux. Il me semble que cette expérience résout très simplement la question. J'admets donc que, sous l'influence du double *stimulus* qui invite l'organe à s'accommoder pour voir l'objet *unique* et le plus *distinctement* possible, nos yeux, quand nous *fixons* un point, se dirigent de manière que deux axes semblables, principaux ou secondaires, suivant la distance, vont

toujours concourir sur ce point. Les bonnes vues voient également bien suivant tous les axes semblables. Les autres ne peuvent bien voir que dans la direction des axes principaux. C'est ce qui limite davantage la portée de leur Vision distincte.

3. — La variation du diamètre de la pupille et le déplacement de l'axe optique nous paraissent les seuls changemens bien constatés que subisse l'œil pour s'accommoder aux distances ; ce sont aussi les seuls universellement admis par les physiciens, quelles que soient d'ailleurs les hypothèses que chacun d'eux peut y avoir ajoutées.

L'influence d'une plus ou moins grande ouverture de l'iris sur les phénomènes de la Vision a été signalée par GALILÉE (1), DESCARTES (2), LAHIRE (3), et beaucoup d'autres. Avant eux, GALIEN et FABRICE d'Acquapendente, au témoignage de GASSENDI (4), ont été jusqu'à dire « qu'une ouverture fort étroite de la pupille rend la Vision très certaine et très perçante, et qu'une très large la rend très faible et très imparfaite. » La théorie et l'expérience s'accordent, en effet, à démontrer que la contraction de la pupille, non-seulement diminue les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité, mais resserre considérablement les *cercles de dissipation*, dans le cas où les faisceaux lumineux n'ont point leurs foyers sur la rétine ; de sorte que la confusion des images disparaîtrait et que la Vision pourrait toujours être très nette, si l'ouverture de l'iris pouvait se réduire au besoin à l'étendue d'un trou d'épingle, et que l'objet fût suffisamment éclairé. Il y a, en effet, pour la *Vision distincte* deux points à réunir : la *netteté* et la *clarté*. DESCARTES avait déjà fort bien remarqué que la contraction de la pupille diminue la clarté de l'image tout en augmentant sa netteté. Si l'œil était sans aberration et que la rétine fût toujours à la distance focale, l'image de

(1) *Dialogues sur les systèmes du Monde*. Dialogue III.

(2) DESCARTES, *Traité de l'Homme et dioptrique*.

(3) LAHIRE. *Des Accidents de la vue*.

(4) GASSENDI. tom. III. p. 430.

l'objet se peindrait sur cet écran sans aucune confusion quelle que fût l'ouverture de la pupille ; ce serait le cas d'une Vision parfaite. Mais la constitution de l'œil rend cette supposition un cas idéal, dont on peut seulement approcher plus ou moins.

Si pour la Vision distincte il n'y avait d'autre condition requise que la *netteté* de l'image, la contraction de la pupille, pour les plus grandes comme pour les plus petites distances, suffirait pour atteindre ce point. Et, en effet, un myope distingue à toute distance, à travers un trou d'épingle, un objet fort éclairé, aussi bien que la meilleure vue distingue à la même distance un objet proportionnellement moins éclairé. Mais la nécessité d'un certain degré de clarté dans l'image, pour être perçue, complique la fonction de la pupille.

On est loin d'être d'accord sur l'état normal de cette ouverture de l'iris et sur les causes qui en déterminent la variation.

FONTANA, qui avait fait de nombreuses expériences sur les mouvements de l'iris, prétend que la prunelle dans son état normal ou de repos est contractée. En ouvrant avec précaution l'œil d'un chat ou d'un enfant endormi, il a trouvé que la prunelle était toujours très étroite. Elle s'élargit à mesure que l'animal s'éveille (1). MUSSCHENBROEK a observé tout le contraire. Si on ouvre, dit-il, les yeux d'une personne qui dort, on aperçoit que ses prunelles sont très grandes et très dilatées (2). ZINN, comme FONTANA, croyait que la contraction était l'état normal de la pupille. La plupart des autres physiologistes sont de l'opinion de MUSSCHENBROEK.

Il est assez généralement admis que quand l'œil est exposé à une trop vive lumière, la pupille se contracte, et qu'elle se dilate à une lumière faible. Mais parmi les observateurs, les uns ont admis que ces mouvements de l'iris étaient involontaires et instinctifs ; d'autres, et en particulier FONTANA, qu'ils étaient com-

(1) *Journal de Physique* de l'abbé ROZIER, t. X, p. 23 et 85.

(2) *Essais de Physique*, trad. de SICAUD, t. III, p. 16.

plètement volontaires ; d'autres, enfin, tels que BREWSTER, que la cause en était mixte et qu'ils étaient soumis en partie à l'action de la volonté et en partie au *stimulus* de la lumière.

En regardant ses propres yeux au miroir, FONTANA observa que « toutes les fois qu'il approchait de ses yeux » une aiguille ou tel autre petit objet que ce fût, la » prunelle se rétrécissait et toujours de plus en plus » à proportion qu'il l'approchait. La même chose arrive constamment, quel que soit l'objet, *lumineux* » ou non, pourvu qu'on l'approche beaucoup. Cet objet » qu'on voit confusément au commencement, avant » que la prunelle se rétrécisse, devient clair et très » distinct, quand elle est contractée. On voit donc » que ces mouvements sont volontaires et indépendants de l'action de la lumière. »

En dilatant la pupille par l'action de la Belladone, plusieurs observateurs, WELLS, MULLER, HALDAT et beaucoup d'autres, ont reconnu que l'œil affecté de cette dilatation artificielle tendait toujours à devenir presbyte. Pour les uns, tels que WELLS et HALDAT, l'œil perdait complètement sa faculté de voir les objets voisins. Pour un petit nombre d'autres, tel que MULLER, cette perte n'était que relative, c'est-à-dire que l'œil malade conservait comme l'œil sain le pouvoir de *s'accommoder* à volonté aux distances, et de plus les deux yeux, comme d'ordinaire, se modifiaient simultanément. Mais ils ne pouvaient voir distinctement à la fois le même objet à la même distance. La vue de l'œil malade était toujours *plus longue* que celle de l'œil sain (1). MULLER a conclu de ces faits et de quelques autres, d'accord en cela avec BREWSTER, que la dilatation et la contraction de l'iris étaient liées à un changement de distance focale. Mais M. HALDAT a montré que quand l'œil est rendu presbyte par cette dilatation extraordinaire de la pupille, on rétablit immédiatement la vision normale, en mettant au-devant un écran percé d'un trou d'un diamètre égal à

(1) MULLER. *Manuel de Physiologie*, t. II, p. 329.

celui de la prunelle dans son état habituel (1). Il n'y a donc encore ici de bien constant, comme cause de confusion de la vue, que celle qui en produit une semblable dans la chambre obscure artificielle : l'augmentation des deux aberrations et des *cercles de diffusion*, résultat nécessaire d'une plus large ouverture du diaphragme.

M. BREWSTER pense que « la contraction de la pupille, qui *nécessairement* a lieu lorsque l'œil s'ajuste aux objets rapprochés, ne produit pas la Vision distincte par la diminution de l'ouverture, mais par quelqu'autre action qui l'accompagne nécessairement, et qui peut être produite tantôt par la volonté, tantôt par le *stimulus* de la lumière sur la rétine. » Voici une des principales expériences qu'il cite à l'appui de son opinion : Il éclaire par transparence, à l'aide d'une seule chandelle, quelques caractères d'écriture qu'il regarde à travers un tube, et il s'en éloigne jusqu'à ce qu'il cesse de les distinguer. Il place alors au-devant de l'œil un écran percé d'un trou d'épingle, et il ne les distingue pas davantage. Il les voit même moins bien; tandis que ces caractères deviennent visibles à la même distance, quand il les éclaire avec une seconde chandelle (2). Il en conclut que ce n'est pas seulement la contraction de la pupille qui produit l'effet, mais une modification qui l'accompagne sous l'influence du *stimulus* de la lumière. Nous craignons que l'illustre physicien n'ait pas tenu assez compte des deux conditions qu'exige la Vision distincte : la netteté et la clarté des images. J'ai fait la contre-épreuve de l'expérience de BREWSTER. Je m'éloigne des caractères de l'écriture, jusqu'à ce que je cesse de les voir à l'œil nu. Je regarde alors à travers un trou d'épingle et je lis très distinctement. Je prend mes lunettes de myope, je lis aussi très distinctement; je ne vois pas les caractères beaucoup plus nettement, mais avec plus de *clarté*. Je mets alors le trou d'épingle au-devant du verre de

(1) HALDAT, *Optique oculaire*, page 77.

(2) *Edimburg's Journal of sciences*, page 77, tome I. — *Manuel d'optique*, tome II; page 137.

mes lunettes ou encore entre l'œil et le verre, je ne lis plus ces mêmes caractères que très difficilement. Il est évident qu'il ne peut y avoir d'autres raisons de cette différence que le défaut de *clarté*, car le petit trou d'épingle ne peut avoir diminué la *netteté* des images.

En résumé, nous croyons avec DE LA HIRE, LE ROY, HALLER, SABATIER, DULONG et beaucoup d'autres physiiciens ou physiologistes, que l'œil ne voit *aussi distinctement que possible* un très petit objet qu'à une distance déterminée et invariable pour chaque constitution individuelle. Cela arrive quand la prunelle étant contractée et les axes optiques dirigés sur l'objet visible, les pinceaux lumineux réfractés ne touchent chacun la rétine qu'en un point physique. On peut encore voir presque aussi bien, en dirigeant sur le point visible deux axes secondaires semblables, qui rencontrant le fond de l'œil plus près du cristallin, permettront à des rayons venant de plus loin, suivant leur direction, d'avoir leur foyer sur la rétine. Pour toutes les autres distances la *Vision de détail* sera toujours plus ou moins confuse, parce que les foyers conjugués des différents points de l'objet se faisant en avant ou en arrière de la rétine, les pinceaux lumineux, qui peignent l'image, ne toucheront plus le tableau en un seul point, mais suivant *un cercle plus ou moins grand*. La contraction de la pupille et le déplacement des axes pourront réduire plus ou moins cette confusion, en raison de la souplesse musculaire plus ou moins grande de l'organe, mais il ne la feront jamais complètement disparaître.

Nous avons dit tout à l'heure la *Vision de détail*, car comme l'a fort bien fait remarquer M. GERDY, « la distance de la Vision distincte varie suivant les objets et suivant ce qu'on veut voir des objets. Pour voir distinctement *l'ensemble* d'un tableau ou d'un grand édifice, il faut en être plus loin que pour lire. » (1) Il est impossible de voir à la fois parfaitement l'ensemble et parfaitement les détails d'un grand objet.

(1) Physiologie philosophique, p. 137.

Quand même on admettrait que les différents points de cet objet, vu de près, pourraient avoir leurs foyers conjugués sur la rétine, l'image ne conserverait pas les proportions de l'objet et ne pourrait donner une idée juste de son ensemble. Lors donc que quelqu'un dit qu'il voit bien à toutes les distances, cela ne peut évidemment s'entendre que de la vue d'ensemble et non de celle des détails. Les myopes n'ont que la vue de détail, les presbytes que la vue d'ensemble. Les bonnes vues sont intermédiaires. Elles ont cet avantage que tout en voyant mieux l'ensemble que les myopes elles distinguent plus de détails que les presbytes. En outre, comme nous avons reconnu à ces yeux privilégiés une souplesse musculaire beaucoup plus grande qu'aux autres, pour modifier à leur volonté l'ouverture de la prunelle et la direction des axes optiques, ils peuvent, par un certain effort et dans certaines limites, étendre la portée de leur vue de détail. Cet effort, d'ailleurs, n'a pas besoin d'être continu, car une fois que les détails, dans l'objet visible, ont été aperçus, l'organe peut se relâcher sans les perdre de vue. C'est un fait bien connu de notre constitution organique : la mémoire des sensations suffit pour les renouveler sur le moindre indice ou d'après la plus faible impression.

Mais enfin ces meilleures vues auront leurs limites en deçà et au-delà desquelles les faisceaux lumineux émanant de chaque point de l'objet visible, même abstraction faite de toute aberration, viendront, après s'être réfractés dans l'œil, couper la rétine, non en un point, mais suivant un cercle, que JURIN a appelé *cercle de dissipation* (1). Si l'on conçoit l'esquisse de l'objet visible dessinée au trait sur le fond de l'œil, par l'axe de chacun de ces faisceaux, pour se faire une idée de l'image elle-même, il suffit de supposer qu'on vienne à colorier cette esquisse en passant sur tous les traits un pinceau taillé en brosse, dont le cercle de dissipation serait la base. Plus le cercle sera large, par rapport à la grandeur de l'esquisse, plus

(1) *Mémoire sur la Vision distincte et confuse* (Optique de SMITH).

l'image sera grossière , et elle pourra à la fin se réduire sensiblement à ce *cercle lui-même*.

Cette théorie , très bien développée par JURIN , ne suffit pas cependant à expliquer tous les phénomènes de la Vision confuse. Il est un grand nombre de cas où les images ne sont pas simplement confuses, mais *multiples* , non - seulement pour certaines vues , mais pour toutes les vues dans certaines conditions. JURIN et MILE , qui n'ont pas connu ces faits dans toute leur généralité , ont essayé en vain , suivant nous, de les expliquer l'un par la *théorie des accès*, l'autre par celle de la *diffraction*. Ce sont ces faits et plusieurs autres qui en dépendent que nous avons étudiés avec beaucoup de soin et que nous allons maintenant exposer.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.



## Deuxième Partie.

---

### Observations , Expériences & Explication

#### DES FAITS.

---

Je me propose d'établir ici : 1° que la disposition de la vue qui fait voir les *images multiples* d'un même objet , regardée jusqu'ici par la plupart des physiciens et des physiologistes comme une anomalie et un vice organique , est un état normal existant dans chaque œil , mais à un plus haut degré chez les myopes , et qui s'explique très simplement en admettant dans l'œil un *réseau* de points plus ou moins opaques ;

2° Que l'œil *n'est point achromatique* et que l'aberration de réfrangibilité des lentilles qui composent notre appareil optique est au moins aussi grande que celles des lentilles de verre ordinaires ;

3° Que la combinaison de ces deux faits , la multiplicité des images d'un même objet vu de trop près ou de trop loin , et le chromatisme de l'œil , est la

véritable cause d'un grand nombre de phénomènes de Vision, qu'on a eu tort d'assimiler aux phénomènes de diffraction et de chercher à expliquer par le principe des interférences ;

4° Que l'irradiation dépend de la même cause et non pas, comme on l'admet généralement depuis le beau travail de M. PLATEAU, d'un ébranlement de la rétine autour du point directement impressionné par la lumière ;

5° Que beaucoup d'autres phénomènes : la forme étoilée des flammes et des étoiles, les rayons de feu qu'on observe en clignant les paupières, etc..... se rattachent à cette même cause.

Après avoir montré la généralité, la constance, la régularité et l'enchaînement de tous ces faits, sans me préoccuper de la constitution physiologique de l'œil, je ferai connaître, en dernier lieu, quelques observations qui me paraissent propres à mettre en évidence le fait de l'existence du *réseau* oculaire ou plutôt des différents *réseaux*, constants ou variables, que j'avais d'abord admis hypothétiquement pour expliquer la multiplicité des images.

---

### ARTICLE PREMIER.

*Multiplicité des images d'un même objet vu à des distances plus petites ou plus grandes que celle de la Vision distincte.*

---

1. — Si un myope s'éloigne graduellement de la flamme d'une bougie à des distances plus grandes que celle de sa Vision distincte, cette flamme, la mèche noire au centre, la bougie elle-même dans le voisinage

de la flamme, lui paraissent *se multiplier* de plus en plus, de manière à lui présenter une surface lumineuse beaucoup plus large qu'à la distance de la Vision distincte, et s'étendant presque circulairement. Il distinguera nettement, quand il se sera familiarisé avec ces apparences, les différentes flammes en partie superposées. Les extrémités supérieures, terminées en pointe, se détacheront surtout très bien, de même que la partie noire de la mèche qui est à l'intérieur de la flamme. Il lui faudra quelque attention pour voir aussi les bougies multiples; et il n'en distinguera que *la partie la plus vivement éclairée*, jusqu'à un ou deux centimètres au-dessous de la mèche noire.

En regardant la bougie à travers un trou d'épingle percé dans une carte, ces images multiples se réduiront généralement à une seule, ou du moins diminueront d'autant plus que l'observateur sera moins loin de la lumière et que le trou sera plus petit.

En fermant un œil et passant lentement devant l'autre le doigt ou le bord d'une carte, de manière à diminuer graduellement l'ouverture de la pupille, ces images vont peu à peu se réduire, en paraissant *se replier* les unes sur les autres, et il en résultera une illusion singulière qui fait croire à l'observateur que la flamme la plus voisine de l'écran, marche en avant, *poussée* en quelque sorte par le bord de cet écran, et vient ainsi *recouvrir* successivement les autres. Dans le mouvement contraire de l'écran les images se multiplient pour l'œil, et par une suite de la même illusion, elles semblent être successivement *déposées* à leur place par le bord de l'écran qui ne fait, en quelque sorte, que les *démasquer*.

Si on regarde la bougie par une fente étroite, le phénomène prend encore plus de netteté, et beaucoup d'yeux, qui ne sont pas myopes, peuvent alors l'observer. On ne voit plus qu'une rangée de flammes, de mèches et de bougies où les images multiples sont généralement très distinctes, presque totalement séparées, ce qui permet de les compter, et cette rangée d'images est toujours parallèle à la direction de la fente. En donnant différentes directions à cette fente

on peut constater que la multiplicité a lieu dans tous les sens ; mais il est rare que , pour un même œil , le nombre soit le même dans toutes les directions. En plaçant la bougie devant une glace , l'image qui se forme par réflexion a la même apparence que si l'œil était à une distance de la bougie égale au chemin parcouru par les rayons réfléchis. De sorte que l'on peut voir d'un même point la bougie *simple* directement, et *multiple* par réflexion.

Tous les myopes que j'ai pu consulter voient exactement ces mêmes apparences qui ne varient que par rapport à la multiplicité plus ou moins grande des images , suivant que l'observateur est plus ou moins myope. Mais j'ajoute que la plupart n'ont bien remarqué ces phénomènes que quand j'ai éveillé sur ce point leur attention. Ainsi que moi , pendant longtemps , ils avaient vu les objets *multiples* , sans s'en douter. En effet , les myopes *visent* très peu les objets éloignés , parce qu'ils ne peuvent les voir distinctement.

Beaucoup de vues ordinaires voient , à l'œil nu , cette multiplicité des flammes d'une bougie. Les meilleures vues et les vues les plus longues peuvent également l'observer en prenant des lunettes de presbytie. Je n'ai encore trouvé que très peu de personnes qui n'aient pas réussi , quand elles ont bien voulu le tenter , à reproduire , pour leur œil , ces apparences , surtout en regardant à travers une *fente étroite*. Je crois cependant que pour les vues longues les images multiples sont plus *serrées* et partant moins distinctes que pour les vues courtes. C'est du moins ce que j'observe quand je superpose des lunettes de presbytie sur mes lunettes de myope.

Dans tous ces cas , les images multiples apparaissent sans coloration sensible. En outre , la multiplicité des flammes quand on regarde à travers une fente étroite , se faisant non pas *parallèlement* , mais *perpendiculairement* aux bords de cette fente , le phénomène ne peut être rapporté à la diffraction et expliqué par le *principe des interférences* , ainsi qu'on l'a proposé pour d'autres cas de multiplicité d'images. On ne peut non plus attribuer ces apparences à la propagation de l'é-

braulement de la rétine tout autour du point directement impressionné, puisque la multiplicité d'images disparaît complètement à la distance de la Vision distincte, alors que la rétine devrait être plus vivement ébranlée par des rayons lumineux plus concentrés.

Je regarde cette expérience comme fondamentale pour l'hypothèse que je proposerai bientôt. C'est pour cela que je me suis attaché à la décrire dans tous ses détails.

DE LA HIRE est le premier, à ma connaissance, qui en ait fait mention. Mais il me semble qu'il ne l'a pas analysée avec assez de soin, autrement il se serait aperçu que l'explication qu'il en donne est en désaccord avec ce qu'on observe en passant l'écran devant l'œil (1). Elle est aussi indiquée en quelques mots par le professeur MILE (2). Quand j'ai commencé mes recherches, j'ignorais, ainsi que je l'ai dit, et fort heureusement, je crois, que d'autres, bien avant moi, avaient observé et décrit ces phénomènes. Ils ne sont, en effet, relatés ni dans les traités généraux de physique les plus accredités, ni dans les traités spéciaux d'optique de HERSHELL, de BREWSTER et de MOIGNO, ni dans la plupart des traités de physiologie.

Passons à d'autres observations du même genre.

2. — Si un myope regarde la lune à l'œil nu, soit dans son *croissant*, soit dans son *plein*, il la verra toujours multiple, et d'autant plus qu'il sera plus myope. Comme KÉPLER (3), je vois habituellement *au moins une dizaine* de lunes, mais si distinctes qu'avec un peu d'attention je peux les compter. Il en est de même de tous les myopes que j'ai eu occasion d'interroger, et même, ainsi que je l'ai su depuis, de

(1) LAHIRE, *sur les Accidents de la Vue*. Mém. de l'Acad. des Sc. tom. IX, page 545 et suivantes. (Voir à l'Appendice, 2<sup>e</sup> p. n° 1, art. 4).

(2) *Journal de Magendie*, tom. VI, page 166. (Voir à l'Appendice, n° 1, art. 6.)

(3) KÉPLER : *ad Vitellionem*, prop. XXVII, page 200. (Voir à l'Appendice, n° 1, art. 2.)

presque toutes les vues (1). J'insiste sur ce point que ce n'est pas seulement, comme quelques observateurs l'ont écrit (2), le *croissant très étroit de la lune* que l'on voit ainsi multiple, mais la *pleine lune*, et que toutes les images ont sensiblement la même grandeur et le même éclat. D'ailleurs ces apparences subissent exactement les mêmes modifications que celles de la flamme de la bougie lorsqu'on regarde à travers la carte percée d'un trou d'épingle ou d'une fente étroite, ou lorsqu'on fait passer lentement un écran opaque devant la pupille. Il est inutile de dire que les longues vues voient plus difficilement ces apparences, à moins qu'elles ne prennent des lunettes de presbyte, et dans ce cas encore feront-elles bien de regarder à travers une fente étroite.

Il n'y a pas non plus, dans ce cas, de trace sensible de coloration dans les images multiples, du moins pour les myopes qui les observent à l'œil nu. Mais si, pour faire l'observation, on est obligé d'employer un verre convergent, les images extrêmes seront assez fortement irisées.

Lorsque la lune est dans son croissant, le phénomène est bien plus manifeste, et les meilleures vues peuvent le constater. L'ensemble des croissants multiples forme un disque presque circulaire pour l'œil du myope, qui, sans ses lunettes ou sans une carte percée d'un trou d'épingle, n'aurait jamais l'idée du croissant lunaire, de même que les plus longues vues, sans le télescope, n'auraient jamais distingué les phases de Vénus. Notons, en passant, que pour le myope, la partie de la lune éclairée de la lumière cendrée, quand il peut l'apercevoir, ne lui paraît que comme un croissant appartenant à un disque beaucoup plus petit que celui de la partie lumineuse ainsi amplifiée.

3. — En regardant le soleil à travers un verre noir, le myope observe plusieurs images de son disque,

(1) MULLER, *Manuel de physiologie*, tome II, p. 375. (Voir à l'Appendice, n° 1).

(2) JURIN et MILE. (Voir à l'Appendice, n° 1, art. 5 et 6.)

absolument comme pour la lune. Quand le soleil est à l'horizon, alors que l'œil peut en supporter l'éclat, surtout si l'atmosphère est un peu vaporeuse, il est facile de répéter sur cet astre les mêmes observations que sur la lune. A travers un petit trou, on le voit unique; à travers une fente étroite, il est multiple. Je ne doute pas qu'une partie de l'illusion sur la grandeur apparente des astres à l'horizon ne soit due à cette cause. Nous y reviendrons.

4. — Tous les objets vivement éclairés présentent cette même multiplicité apparente; mais quand ils sont larges, de teinte uniforme, les images se superposent en partie, et on ne distingue nettement que la *multiplicité des bords*; c'est ce qui a fait souvent confondre ces phénomènes avec ceux de la diffraction.

Un des moyens les plus simples pour observer la multiplicité des images, malgré leur superposition partielle, consiste à regarder sur un fond noir un anneau blanc à bord mince ou une bande blanche disposée en triangle. Le mieux à faire pour cela, afin d'éviter l'effet des bords saillants, est de noircir à l'encre un morceau de papier blanc, en ne ménageant qu'une raie blanche triangulaire ou circulaire. On verra alors, en fixant l'un des yeux sur cette figure, d'une distance plus grande que celle de la Vision distincte, les images multiples se détacher de plus en plus, bien que leurs côtés se croisent, de manière à ne laisser aucun doute sur la réalité du phénomène.

On peut encore coller sur la vitre d'une fenêtre un disque noir entouré d'un plus grand anneau concentrique, de manière à laisser sur la vitre un espace annulaire à travers lequel on puisse voir le jour. Nous ferons abstraction, pour le moment, des phénomènes de coloration très sensible en *bleu* et en *jaune-rouge*, qui accompagnent ici la multiplicité des images.

5. — Lorsque les objets lumineux ou très vivement éclairés sont de fort petites dimensions, comme une fente étroite, un fil blanc, une épingle, etc., ou bien encore un tout petit morceau de papier blanc taillé en cercle, en carré, en triangle, placé sur un fond

noir, ou enfin une tête d'épingle, un trou d'aiguille éclairé par derrière, etc., les phénomènes de coloration qui apparaissent avec la multiplicité des images ont une telle intensité que nous ne les décrirons qu'après avoir exposé les faits qui démontrent le *chromatisme* de l'œil, et d'où il résultera une explication fort simple de ces couleurs qui, *en général*, ne dépendent nullement de la diffraction, mais seulement de l'aberration de réfrangibilité des lentilles oculaires. Nous nous bornerons à dire ici que, dans le cas de ces petits objets, comme on peut s'en approcher à *une distance moindre que celle de la Vision distincte*, il est facile de s'assurer que, dans cette circonstance, il y a aussi des images multiples, d'où résulte la Vision confuse. On peut encore répéter : 1° l'observation avec un trou d'épingle qui les réduit à une seule, laquelle est alors beaucoup plus grande, et peut être vue distinctement de fort près ; 2° l'observation avec la fente, qui fait voir des images multiples *alignées* ; 3° enfin, l'expérience de l'écran qui, en rétrécissant la pupille, semble *ramasser et resserrer* les images. Seulement on reconnaît alors que les faisceaux lumineux qui donnent ces images, ne se sont pas encore croisés dans l'œil avant d'arriver à la rétine ; car en faisant passer devant la pupille l'écran de gauche à droite, les images disparaissent de droite à gauche et *vice versa*.

6. — Venons à la description des phénomènes que présentent les objets opaques éloignés, tels que clochers, tours, cheminées, paratonnerres ; murailles verticales... se détachant sur le fond du ciel. Tous ces objets paraissent *multiples* au myope. Nous verrons même plus loin qu'il a réellement dans son œil *plus d'images* de ces objets qu'il *n'en distingue*, c'est-à-dire que la *multiplicité réelle* est plus grande que la *multiplicité apparente*. Avec quelque attention, il lui est facile de reconnaître que, pour les objets étroits comme un paratonnerre, la flèche aiguë d'un clocher, les tuyaux qui surmontent les cheminées etc. ; les images sont distinctes et séparées, le plus souvent au nombre de deux, quelquefois de trois, quatre

etc., suivant la distance : mais quand cette distance relativement à la portée de sa vue est très grande, l'apparence se réduit à une série de *raies*, alternativement obscures et transparentes, parallèles aux bords des objets, dont l'ensemble, pour quelqu'un peu familier avec cette observation, se réduit à une bande d'un gris léger. Je crois que cette disposition habituelle de la vue des myopes se reproduit dans tous les yeux dont la pupille est dilatée extraordinairement par l'extrait de Belladone. M. HALDAT dit en effet qu'alors « les bords de l'objet ont une *diaphanéité apparente* qui diminue leur volume au point qu'un corps long et mince, comme une tige de paratonnerre, vu d'une distance moyenne, ne semble qu'une ligne d'un gris léger tracée sur le ciel. (1) » Mais pour les corps beaucoup plus larges, comme une tour ou une cheminée, les images se superposent en partie, et leur partie commune constitue une *fausse image* plus étroite, bordée de *raies* alternativement *obscures* et *lumineuses*, qui s'étendent d'autant plus que l'objet est plus éloigné et qui rendent la Vision confuse.

En passant un écran devant l'œil, on fait *se replier* ces images les unes sur les autres, comme dans l'expérience du n° 1, et quand l'ouverture de la pupille est suffisamment étroite, on n'en voit plus qu'une seule et la Vision est distincte, comme en regardant avec des lunettes de myope, ou à travers un trou d'épingle. Dans ce mouvement de l'écran on voit très nettement deux *raies* parallèles qui semblent les limites d'une *vraie image*, l'une couleur *fond-de-ciel*, du côté de l'écran, à partir du moment qu'il atteint la *limite* la plus extérieure de l'apparence, l'autre obscure à l'extrémité opposée de la *fausse image*. Ces deux *raies* marchent parallèlement dans le sens de l'écran, diminuant des deux côtés l'espace *irradié*, jusqu'à ce qu'enfin on n'aperçoive plus qu'une seule image qui semble en quelque sorte avoir été formée de toutes les autres ainsi rassemblées. Ajoutons que les effets du chromatisme de l'œil, sur cette dernière image,

(1) HALDAT, *Optique oculaire*. 1849, page 77.

sont ici très sensibles, et nous en rendrons compte plus loin.

Si l'objet opaque était blanc, se détachant sur un fond obscur, il est bien entendu que l'écran paraîtrait chasser devant lui une *raie obscure*, tandis qu'une *raie blanche* parallèle gagnerait l'autre extrémité de l'objet.

En général, quel que soit le *fond* sur lequel se détache un objet placé à une distance plus grande que celle de la Vision distincte, en passant l'écran devant l'œil pour *resserrer* les images multiples et les réduire à une seule, l'écran paraît chasser devant lui une *bande de la couleur du fond* et parallèle au bord de l'objet. Cette bande ne se manifeste qu'au moment où la multiplicité du bord de l'écran *interfère*, en quelque sorte, avec la multiplicité des bords de l'objet. Il est inutile de dire, en effet, que les corps opaques tenus très près de l'œil paraissent avoir des *bords multiples*, comme ceux des objets vus de loin.

Nous pourrions décrire beaucoup d'autres faits analogues. Mais nous croyons que ceux que nous venons d'exposer suffisent pour établir notre première proposition. Si on veut bien répéter nos expériences ou jeter seulement les yeux sur les témoignages de divers observateurs, que nous avons réunis *en notes* (1), et qui rapprochés les uns des autres, se trouvent, en somme, avoir relaté tous les mêmes faits que nous ; si l'on veut surtout faire attention que, parmi ces observateurs, il en est un, M. MULLER, doué d'une *excellente vue*, on reconnaîtra que la *multiplicité des images* d'un même objet, en deçà et au-delà de la Vision distincte, est un résultat normal de notre constitution organique qui, pour les différentes vues, ne diffère que du plus au moins. Essayons maintenant de l'expliquer.

La généralité du phénomène ne permet plus d'en rapporter la cause, comme le faisait DE LA HIRE (2), à une conformation anormale du cristallin, bien que cette hypothèse ait été plusieurs fois reprise, et ce

(1) Voir à l'Appendice, n° 1.

(2) Mém. de l'Académie des sciences, t. IX. — V. à l'Appendice.

qui est assez singulier par des savants qui paraissent ignorer le beau Mémoire sur *les accidents de la vue*. Le docteur JURIN (1) a rendu compte de quelques cas de multiplicité d'images par la théorie, qu'il a si bien développée, *des cercles de dissipation*, et de quelques autres par la théorie *des accès* de facile réflexion et de facile transmission. Il s'est principalement attaché aux phénomènes que présentent les corps étroits et aux apparences de raies ou de franges que l'on voit aux bords des corps opaques éloignés. Mais il n'a pas dit un mot des deux observations fondamentales décrites dans les numéros 1 et 2, et relatées déjà par KÈpler et DE LA HIRE : la multiplicité des images d'une flamme et de la lune. Il les ignorait ou les révoquait en doute. Autrement, il se serait aperçu qu'il ne pouvait les expliquer ni dans l'une, ni dans l'autre de ses théories. Le professeur MILE (de Varsovie), (2) admet que la multiplicité des images est due à « la diffraction des rayons près du bord de la membrane de l'iris et que leur division qui l'accompagne provient de la différente facilité avec laquelle les rayons passent par les milieux réfringens. » Mais il s'est contenté de cette explication générale sans entrer dans aucune analyse. M. ARAGO (3), dans une note sur quelques cas de Vision multiples, dit que ces faits, qu'il considère comme *anormaux*, lui semblent ne pouvoir être rattachés qu'à des *interférences*; et, enfin, M. MULLER (4), qui reconnaît toute la généralité de ces phénomènes est d'opinion : « qu'ils tiennent vraisemblablement aux *divers champs* de fibres dont se compose chaque couche du cristallin. » Comme il n'a pas développé son opinion, nous ne savons si elle s'accorderait avec la nôtre.

L'explication que nous allons proposer est si élémentaire et si naturelle, que je ne sais comment elle

(1) Sur la Vision distincte. *Optique* de SMITH.

(2) *Journal de Magendie*, t. VI.

(3) *Annales de physique et de chimie*, 2<sup>e</sup> série, t. LI, p. 210.

(4) MULLER, *Manuel de physiologie*, t. II, p. 373.

ne s'est pas présentée d'elle-même à l'esprit des observateurs. Je n'en ai cependant trouvé de traces que tout dernièrement dans un Mémoire déjà fort ancien d'Alph. BORELLI, où personne jusqu'ici n'avait été la chercher (1).

On sait depuis long-temps (2) que, quelque bonne que soit la vue de l'observateur, si l'on regarde la flamme d'une chandelle ou tout autre petit objet lumineux à travers des trous d'épingles, percés dans une carte, sur une étendue moindre que celle de la pupille, on verra généralement d'une distance plus grande que celle de la Vision distincte, *autant d'objets* que de trous (3). Je me rappelle au sujet de cette expérience, qu'étant très jeune, je vis, un soir, des ecclésiastiques en grande admiration, parce qu'en visant une étoile à travers l'*étamine* qui formait leur *rabat*, cette étoile leur semblait être devenue une multitude d'étoiles. Moi, qui apercevais à l'œil nu chaque étoile presque aussi multiple qu'eux-mêmes à travers ce réseau, je m'en étonnai beaucoup moins, quand ils m'eurent fait répéter leur expérience. Voilà, en effet, toute mon hypothèse : Suivant moi, les humeurs réfringentes de l'œil et les membranes qui les renferment *ne sont pas partout uniformément transparentes* ; elles sont parsemées de points obscurs ou sillonnées par des raies plus ou moins opaques, laissant entr'elles des espaces transparents. Le faisceau lumineux, parti d'un point de l'objet visible et qui tombe sur l'œil, se divise en pinceaux distincts en passant par les mailles de ce réseau ou de ces réseaux, car il est probable qu'il y en a plusieurs. Ces pinceaux ne se réunissent en un seul point, même en faisant abstraction des deux aberrations, qu'au foyer conjugué du système

(1) Supplément au *Journal des savants*, 1672, p. 165. Voir à l'*Appendice*, n° 1. art. 3.

(2) Voir SCHEINER, *Oculus seu fundamentum opticum* (lib. I, p. 11, cap. V). — LAHIRE, *Accidents de la vue*, etc.

(3) On trouve cependant encore ici des *Timagoras* qui ne veulent pas voir double. Christ. STURM dit n'avoir jamais pu reproduire l'apparence multiple des objets en répétant l'expérience de SCHEINER. (*Appendice*, n° 3.)

des lentilles oculaires. S'ils rencontrent la rétine en avant ou arrière de ce foyer, il y a autant de *spectres* ou d'images de ce point que de mailles ou de pinceaux distincts. En rétrécissant la pupille de manière à diminuer le *champ* du réseau, on diminue dans la même proportion le nombre des images, et l'on peut enfin les réduire à une seule. Chacun des pinceaux lumineux étant nécessairement très mince, surtout après leur réfraction, sa section par la rétine est sensiblement un *point physique*. Plus un œil sera *multipliant*, plus les mailles du réseau seront étroites, plus les pinceaux seront ténus. Voilà pourquoi l'image d'un objet, quelque éloigné ou quelque près qu'il soit d'un semblable œil, est toujours très *nette* (sans être pour cela *très claire*, faute d'une lumière suffisante) quand on le regarde à travers un trou d'épingle.

Rien de plus facile, en effet, que de reproduire, à l'aide de l'œil artificiel, tous les phénomènes de multiplicité d'images qui apparaissent plus particulièrement aux yeux des myopes. Qu'on mette, devant l'objectif, un écran percé de plusieurs petits trous; puis qu'on place à quelque distance sur l'axe de l'objectif une bougie allumée. On verra, en général, se peindre sur l'écran de verre dépoli autant de flammes que de petits trous. A la distance focale ces images se réduiront à une seule. En éloignant ou en rapprochant la bougie ou la chambre obscure, à partir de cette distance, on verra peu à peu les images se multiplier, rester d'abord en parties superposées, puis se séparer complètement. On pourra faire ici toutes les expériences indiquées plus haut à l'aide d'une carte percée d'un trou d'épingle, ou d'une fente, ou d'un écran opaque que l'on fait passer devant le diaphragme à réseau, de manière à intercepter successivement la lumière qui passe par chacune des mailles. Cela est trop évident pour qu'il soit nécessaire d'insister.

M. MILE (1), prétend avoir reproduit les phénomènes de multiplicité d'images avec un œil artificiel n'ayant qu'un simple diaphragme à ouverture variable. Mais

(1) Mémoire cité.

nous croyons qu'il ne s'agit pas ici des cas où il y a réellement plusieurs images très distinctes. Il n'a pu observer ainsi que quelques cas de multiplicité de bords produits par les *pénombres* et bien expliqués par JURIN. Dans le cas où la lentille n'est pas achromatique, il y a aussi des effets dépendant de l'*aberration de réfrangibilité*, comme nous le verrons dans l'article suivant. Quant à nous, il nous a été impossible de produire, avec une seule ouverture, autre chose qu'une *dilatation* dans la flamme d'une bougie reçue sur le *transparent* de l'œil artificiel à une distance plus grande ou plus petite que la distance focale. Si l'ouverture est en *fente*, la flamme est dilatée dans le sens de la longueur de cette fente, mais on ne distingue jamais de flammes *multiplés*. On ne les obtient que quand on place un réseau devant ou derrière l'objectif.

Je ne m'occupe pas encore de rechercher en quoi consiste le *réseau oculaire*. Je l'admets comme une hypothèse qui s'accorde mieux que toute autre avec les résultats de l'observation. Cependant, même en la proposant ainsi provisoirement, je tiens à montrer qu'elle n'est pas gratuite. Et, en effet, plusieurs observateurs ont déjà admis l'existence de points opaques sur la cornée transparente de l'œil, et c'est par cette hypothèse que M. PÉCLET (1) a expliqué les *raies* qu'on observe en regardant à travers une fente étroite. D'autres physiiciens ont cru que la surface de la cornée était mamelonnée; ce qui produirait à peu près le même effet. Elle est d'ailleurs continuellement sillonnée par des gouttelettes d'une matière comme huileuse. L'humeur aqueuse, le cristallin, le corps vitré, d'après les observations de LEWENHOEK, renferment très souvent des *granules* de densité très différente de celle de ces milieux. En outre, ne sait-on pas que le corps vitré est un véritable organe vivant, traversé, d'après ZINN et la plupart des anatomistes, « par une » artère assez grosse qui le nourrit lui-même par

(1) PÉCLET, *Annales de physique et de chimie*, 1833, tome LIII, page 379.

» quelques branches , et qui vient former à la face  
» postérieure de la capsule du cristallin un *réseau très*  
» *compliqué* , dont les branches s'étendent jusqu'à sa  
» face antérieure.... (1). » Nous reviendrons sur ce  
point , mais dès-à-présent nous croyons que notre  
hypothèse peut être très légitimement introduite ici  
par provision.

Il nous reste toutefois à expliquer , dans cette hypothèse , la multiplicité des bords que l'on distingue dans les objets éloignés ainsi que les deux raies *lumineuse* et *obscur*e , que chasse devant lui l'écran dont on se sert pour *rassembler* les images multiples en une seule.

Je ferai d'abord remarquer que les bords des objets opaques éclairés par derrière ou de côté , paraissent , en général , plus *lumineux* que le fond sur lequel ils se détachent. Ainsi , par exemple , en masquant complètement la flamme d'une chandelle avec le dos d'une cuiller d'argent , de façon qu'il faille très sensiblement écarter cet écran à droite ou à gauche , pour apercevoir un peu de la flamme , on remarque que la cuiller est bordée , à la distance de la Vision distincte , d'un *trait lumineux* très vif , et que ce trait se dilate , en *se multipliant* , si on rapproche ou si on éloigne la cuiller de l'œil. Il est facile de se rendre compte de cet effet. Le bord éclairé de l'objet opaque devient un corps lumineux qui rayonne dans tout les sens. Pour que l'œil puisse le voir , il n'est donc pas nécessaire qu'il aperçoive le corps éclairant. La théorie mathématique de la séparation de l'ombre et de la lumière n'est pas rigoureusement applicable dans la nature. La surface des corps les plus polis est encore hérissée de petites aspérités. Ces éminences éclairées par derrière , nous apparaissent comme les sommets des monts dorés par les premiers rayons du soleil. A cette lumière diffusée , s'ajoute d'ailleurs la lumière diffractée qui borde toujours d'un trait plus lumineux que le reste l'ombre portée des corps opaques. Enfin quand le corps se détache sur un fond lumineux ,

(1) CUVIER, *Leçons d'anatomie comparée*, tome II, page 423.

comme le ciel, il y a encore un autre effet. C'est la lumière réfléchiée régulièrement par le bord de l'objet sous une très faible incidence. Car l'œil alors reçoit à la fois, à peu près dans la même direction, cette lumière réfléchiée et celle qui vient directement du fond. Le long du bord, la lumière doit donc être plus vive.

Quelle que soit celle de ces trois causes qui domine et quant à moi, je crois que c'est la première, il est certain qu'on doit considérer les objets opaques, éclairés par derrière ou se détachant sur un fond lumineux, comme étant *limités* par des lignes lumineuses. Dès lors, ces bords, à des distances plus grandes que celle de la Vision distincte, doivent se multiplier comme tous les objets étroits, et ces *images multiples* séparés par des espaces de la *couleur du fond*, doivent présenter l'apparence de raies alternativement obscures et lumineuses. L'écran lui-même qu'on pousse devant l'œil, étant à une distance beaucoup plus petite que celle de la Vision distincte, présente pour la même raison des bords multiples alternativement opaques et transparents. En passant l'écran devant l'œil, il chasse devant lui une bande lumineuse par *effet de contraste*, parce qu'il *porte ombre* sur le champ de la Vision qu'il recouvre successivement. L'apparence irradiée de l'objet opaque est la même alors que si plusieurs images obscures bordées d'un trait lumineux étaient en partie superposées. L'écran les resserre et les rassemble en une seule, en resserrant et en rassemblant leurs bords lumineux. Il arrête en effet et il intercepte successivement les rayons lumineux qui, des deux côtés de l'objet opaque, débordaient sur l'image irradiée.

7. — Il est toutefois un autre ordre de phénomènes qui me paraissent encore plus propres à expliquer ces apparences, parce qu'on peut en faire l'application aussi bien aux figures *en teintes plates* qu'aux objets dont les bords sont en *relief*. Car bien que la *multiplicité des bords* soit beaucoup *plus sensible* pour les corps solides se détachant sur un fond éclairé, cependant un œil myope distingue encore des raies de teintes différentes à la limite de séparation de deux

surfaces diversement éclairées ou colorées, lorsqu'il les regarde d'une distance plus petite ou plus grande que celle de la Vision distincte.

C'est SCHEINER (1) qui, le premier, a observé et décrit le fait qui nous sert de point de départ. Mais ni lui, ni personne autre depuis, ne nous semble en avoir compris et poursuivi toutes les conséquences. Voici ce fait tel que nous l'avons généralisé :

Si on place devant la prunelle d'un des yeux, l'autre étant fermé, un corps mince, comme un fil tendu, une épingle, une petite bande de papier collée sur une vitre ou en général tout autre corps opaque plus étroit que le diamètre de la pupille, et qu'on regarde avec l'œil ainsi armé, les objets situés à une distance sensiblement plus grande que celle de la Vision distincte, on n'apercevra rien, tant que le fond des objets sur lesquels tombe le regard sera *uniforme de couleur et d'éclat*, mais sitôt qu'on arrivera à la *limite de séparation* de deux surfaces inégalement éclairées, ou simplement différentes de teinte ou de couleur, aussitôt on verra apparaître *une double raie* parallèle à cette limite, et de la couleur ou de la nuance des deux fonds, c'est-à-dire que chaque fond *projette* une raie de *sa teinte* sur le fond qui lui est contigu. Si l'œil découvre à la fois plusieurs *de ces limites*, le phénomène se répètera pour chacune d'elles. Si un objet étroit est placé sur un fond uniforme contrastant avec lui, les deux raies de la nuance de ce fond, qui se projettent aux deux limites, se réunissent en une seule qui divise l'objet en deux. Ainsi, par exemple, si on regarde la flamme d'une chandelle ou tout autre petit objet brillant, en plaçant un point noir ou un fil opaque devant l'œil, on verra se projeter sur l'objet lumineux, et toujours en son milieu, un point ou une raie obscure. C'est, réduite à ces simples termes, *l'expérience de SCHEINER*. Si on a devant l'œil plusieurs objets étroits, parallèles, rangés sur un fond contrastant, tous ces objets seront divisés en deux par une raie ayant toujours la *teinte du fond*. Le parallélisme des

(1) SCHEINER, *Oculus*, éd. de Londres, 1652, p. 49.

raies aux bords de ces objets subsiste sensiblement, bien que l'écran soit placé très obliquement par rapport à ces bords. Considérons, par exemple, plusieurs bandes de papier blanc disposées parallèlement sur un fond noir. Soient (fig. 3) AB, A'B', A''B'' ces bandes, et FBX la direction du fil tendu devant l'œil. Les raies noires continueront de diviser les bandes par la moitié, comme l'indique la figure. On comprend, dès lors, que dans le cas d'une seule limite entre deux surfaces, le parallélisme d'une *double raie* aux bords des deux surfaces a lieu, bien que le fil soit dirigé très obliquement à ces bords, et cela s'explique par le peu de longueur de ce fil qui *intercepte*, sur la pupille, les rayons partis des deux côtés de la limite. En effet, un simple point noir, mis sur une feuille de verre, suffit pour produire ces raies. C'est pour cela encore que la ligne de séparation des deux fonds peut être très sensiblement courbe, sans que la double raie cesse de suivre parallèlement le contour de cette limite.

Ce phénomène s'explique très facilement en remarquant qu'au-delà de la Vision distincte, les *images* des deux fonds débordent l'une sur l'autre. Malgré l'effet du contraste, à une distance sensiblement plus grande que celle de la Vision distincte, la limite de séparation des deux fonds sera très confuse, et même le plus souvent indiquée par une nuance intermédiaire, puisqu'en ces points les images des deux fonds se recouvriront en partie. L'écran opaque étroit mis devant la pupille, porte ombre sur la rétine en interceptant une partie de la lumière. Tant que le fond sur lequel on promène la vue est uniforme, cette ombre est insensible, parce que la lumière qui l'éclaire des deux côtés est identique. Mais quand on arrive à la limite de séparation des deux fonds, que nous supposerons par exemple *rouge* et *vert*, l'ombre portée sur le vert est éclairée par le rouge, et celle qui se porte sur le rouge est éclairée par le vert. En d'autres termes, sur la partie commune des deux fonds, l'écran intercepte d'un côté du vert et fait ainsi *ressortir* le rouge, et de l'autre, interceptant du rouge,

fait ressortir le vert. Il en résulte donc qu'une bande rouge doit déborder sur le fond vert et une bande verte sur le fond rouge.

Si, au lieu d'un simple fil, on en prend deux, trois, quatre... on doublera, triplera, quadruplera... ces couples de bandes parallèles.

Qu'on mette devant un œil deux à trois de ces fils, tendus verticalement, et qu'on porte le regard sur l'arête verticale d'un édifice se projetant sur le fond du ciel, on aura autant de doubles raies obscures *en dehors*, lumineuses *en dedans*.

On comprend sans peine que le *réseau*, que nous admettons dans l'œil, produit exactement le même effet que le réseau de ces fils, quoique d'une manière moins sensible. De là, l'apparence des objets opaques éloignés. Il est inutile d'ajouter d'ailleurs que les objets vus de très près, de la même manière, présentent les mêmes phénomènes, avec cette seule différence que le déplacement des raies a lieu en sens inverse du mouvement de l'écran, et qu'enfin, à l'*œil artificiel*, on reproduit toutes ces apparences:

Quand l'écran, au lieu d'être étroit, est indéfini d'un côté, il n'y a qu'une des deux raies à subsister. L'écran pousse alors devant lui *une bande* de la *nuance du fond* qu'il couvre successivement. Comme cela se répète à chaque limite de deux surfaces inégalement éclairées ou différemment colorées, il s'ensuit le mouvement simultané d'autant de *raies parallèles* qu'il y a de ces limites dans le *champ de la Vision*. Ainsi, par exemple, si on regarde une tour ou une cheminée cylindrique se détachant sur le fond du ciel, en passant le doigt devant l'œil, on aperçoit une ligne *lumineuse* et une ligne *obscur*e se mouvant parallèlement en avant de l'écran, la première *en dehors*, la seconde *en dedans* du corps de la tour, jusqu'à ce que les *images multiples* de la tour se soient réduites à une seule, bordée d'un côté d'une raie lumineuse et de l'autre d'une raie obscure. Il est bien entendu que la raie lumineuse est, dans ce cas, la plus rapprochée de l'écran. Si la tour était blanchâtre, se détachant mi-partie sur le fond du ciel, mi-partie sur un fond

obscur, comme celui d'un côteau boisé, par exemple, en faisant marcher l'écran dans le sens indiqué par la flèche dans la figure 4, on distinguerait, en AB, une raie *fond du ciel*, en BC une raie obscure; en DE une raie grisâtre, et en EF une raie blanche. Rien de plus tranché que ces phénomènes.

Nous faisons abstraction, dans les expériences que nous venons de décrire; des couleurs prismatiques qui, le plus souvent, accompagnent les raies dont nous venons de parler, et qui tiennent au *défaut d'achromatisme de l'œil*. Nous reviendrons bientôt sur ce phénomène et nous l'analyserons dans tous ses détails.

---

## ARTICLE 2.

### *Défaut d'Achromatisme de l'œil.*

---

Il est si évident, d'après la structure de l'œil, composé de lentilles qui réfractent toutes la lumière *dans le même sens* (1), que l'organe de la vue ne peut être un instrument d'optique achromatique; les expériences, qui prouvent, en effet, qu'il ne l'est pas, sont si nombreuses, si simples et si faciles à répéter, qu'on ne s'expliquerait pas comment le contraire a pu

(1) C'est l'opinion générale. L'hypothèse de M. VALLÉE sur l'accroissement de densité de l'humeur vitrée, depuis le cristallin jusqu'à la réline, n'est pas d'accord avec les résultats d'observation obtenus par M. PAPPENHEIM et autres anatomistes distingués.

être admis dans la science, et y être encore *généralement professé*, si l'on ne tenait pas compte des vieilles habitudes de notre esprit. Nous nous détachons difficilement de certains principes généraux, conçus à *priori*, et qui au début de la philosophie naturelle, dans l'absence de la vraie méthode, n'ont pas été sans utilité et sans fécondité. Tel est le principe des *causes finales*, si admirablement développé par GALIEN. On en a abusé depuis. C'est ce principe qui a entretenu si long-temps l'erreur sur l'achromatisme de l'œil. On ne pouvait se persuader que la nature eût fait un organe de cette importance qui, pour la perfection, laissât quelque chose à désirer. Aujourd'hui, on reconnaît tout ce qu'il y a de vain et de stérile dans de semblables considérations. Nous aurons moins de préjugés à vaincre pour établir que non-seulement l'œil n'est pas achromatique, mais qu'il est sous ce rapport ni plus ni moins imparfait qu'un *œil artificiel* à verres ordinaires de mêmes dimensions (1).

J'ai déjà dit que les images multiples étaient le plus souvent accompagnées de *couleurs prismatiques*. Mais de même que, dans l'article précédent, je me suis attaché à décrire les phénomènes où la multiplicité d'images était nettement accusée, sans coloration sensible, je vais faire connaître dans celui-ci, les faits qui montrent l'aberration de réfrangibilité des lentilles oculaires dans les circonstances où le premier phénomène est le moins apparent et où, s'il y a images multiples, cela résulte, comme dans l'expérience de SCHEINER, d'une cause parfaitement connue. J'aurai ensuite à considérer les cas où les deux défauts de l'œil se combinent et concourent à la fois, en égale proportion, à la production des phénomènes.

Je commence par rappeler les effets de coloration prismatique qu'on observe dans la chambre obscure ou *œil artificiel*, quand l'objectif n'est pas achromatisé.

Lorsqu'on masque avec un écran opaque la moitié

(1) Nous avons analysé dans une note (Voir *Appendice*, n° 3.) les observations faites avant nous pour établir le défaut d'achromatisme de l'œil.

ou les deux tiers de l'objectif d'une chambre obscure de manière à ne recevoir la lumière que sur l'autre moitié ou le dernier tiers, on reconnaît que les images des objets lumineux ou blancs, reçues sur le verre dépoli, sont fortement irisées : le *bleu* est du côté de l'écran, et le *rouge* du côté opposé. C'est tout le contraire pour l'image d'un corps opaque se détachant sur un fond lumineux, ou d'un corps noir sur un fond blanc.

Si on met au-devant de l'objectif un écran percé de deux trous, dans l'étendue du diaphragme, à égale distance du centre de la lentille et qu'on reçoive les images de la flamme d'une chandelle sur le verre dépoli, en plaçant les deux ouvertures sur une ligne horizontale, on obtiendra en général, comme on sait, deux images irisées. Si le transparent est plus près de la lentille que le foyer conjugué de la flamme, le *bleu*, dans les deux images, sera en dedans, le *rouge* en dehors. Ce sera l'inverse au-delà du foyer. Mais au foyer les deux images se superposeront; or, comme elles seront de même grandeur et que les couleurs y sont disposées *symétriquement*, il n'y aura qu'une seule image sensiblement incolore. En masquant alors l'une des ouvertures, la coloration de la seule image, qui peut se former, reparaitra dans le même ordre. Si l'objet est opaque sur fond lumineux, les couleurs sont inversement disposées. En plaçant le doigt ou tout autre corps suffisamment étroit près de l'objectif, de manière à diviser le diaphragme en deux parties égales, il est évident qu'on produira le même effet qu'avec un écran percé de deux ouvertures. Examinons plus en détail, les apparences que présentent dans ce cas la séparation et la superposition plus ou moins complète des images d'un même objet.

L'objectif étant divisé en deux par un corps cylindrique opaque et vertical, plaçons au-devant, dans le même plan vertical, à quelque distance, une bande de papier blanc sur un fond noir, et ajustons le transparent de la chambre obscure de manière que les deux images s'y réunissent en une seule. Rapprochons ensuite graduellement la chambre obscure de

l'objet, l'œil se *maintenant* toujours à la même distance du verre dépoli, les deux images superposées vont commencer à se séparer; le *rouge débordera* des deux côtés, les autres couleurs se confondront encore. Le bleu et le jaune dominant dans cette partie commune donneront sensiblement du blanc (1), bordé de deux petites raies *bleues*. Les images se séparant davantage, les deux raies bleues finiront par se réunir en une seule beaucoup plus *foncée* qui divisera la bande de papier en deux. Ses deux bords externes seront d'un *rouge orange* pâle. Au-delà, les deux images se sépareront complètement, *le bleu, en dedans, le rouge, en dehors*, et il y aura entr'elles une *bande de fond noir*. Au contraire, revenant à la première position, si on s'éloigne lentement de l'objet, les deux images vont encore se séparer, mais la disposition des couleurs sera inverse. Le bleu débordera de chaque côté; deux raies *oranges*, formées par le mélange du *rouge* et du *jaune* superposés des deux images, se distingueront à l'intérieur. Elles se rapprocheront en devenant de plus en plus *rouges* et se réuniront enfin en une seule, qui divisera la bande en deux par la moitié. Au-delà de cette position, les images se sépareront complètement, *le rouge orange, en dedans, le bleu, en dehors*, laissant entr'elles une bande noire.

Si l'objet soumis à l'expérience est un corps opaque placé sur un fond lumineux ou un corps noir sur un fond blanc ou de toute autre couleur, on comprend sans peine que la disposition des couleurs est inverse et plus ou moins modifiée par la couleur du fond. Supposons qu'il s'agisse d'un objet noir se détachant sur le fond du ciel ou sur le blanc des nuages. En partant de la position où l'image est unique, dans l'œil artificiel, si on se rapproche de l'objet, les images commencent à se séparer et à se border de couleurs irisées *transparentes*, le *bleu* en dehors, le *rouge-*

(1) M. HELMHOLTZ a constaté que le jaune et le bleu du spectre solaire combinés donnaient du blanc. (*Ann. de Physique et de Chimie*, tom. 36. page 504.)

*oranger* en dedans. A une certaine distance, les deux images sont séparées par une raie *rouge-oranger* très foncée; au-delà, c'est-à-dire plus près, on observe deux raies *rouges* plus légères, séparées par un espace *fond de ciel*. En revenant à la position où l'image est unique, et s'éloignant ensuite de l'objet, c'est tout le contraire qui arrive : le *bleu* est en dedans; le *rouge* en dehors. Il y a un point où les deux images, en partie superposées, sont divisées par une raie *bleue* très foncée, et plus loin, la séparation se faisant complètement, les franges bleues, devenues plus pâles, sont distinctes, et un espace *fond de ciel* est entre les deux images.

Il est inutile de dire que les proportions relatives de l'objet et du corps opaque formant écran partiel, au milieu de l'ouverture du diaphragme, modifient considérablement ces apparences. Ainsi, quand l'objet est large, l'écran étroit, l'effet que nous avons décrit au n° 7 de l'article précédent, vient compliquer le phénomène. Au-delà du foyer, on observe deux bandes *transparentes fond du ciel* parallèles à l'objet, bordées chacune extérieurement de *rouge-jaunâtre*, et intérieurement de *bleu* obscur, et il est facile de s'en rendre compte d'après ce que nous avons dit.

Enfin, si l'on colle sur la vitre d'une croisée, éclairée par la lumière du ciel, un disque opaque, et qu'on perce dans un écran pareillement appliqué contre la vitre, un cercle de *même diamètre*, en recevant sur le verre dépoli de l'œil artificiel, dont le diaphragme est librement ouvert, les images de ces deux objets, voici ce que l'on observe : Le transparent étant ajusté de manière que le cercle lumineux et le cercle opaque s'y peignent *nettement* sans coloration *sensible*, si on éloigne ou si on rapproche graduellement de la croisée l'œil artificiel, en maintenant toujours, avec le plus grand soin, l'œil *observateur* à la même distance du verre dépoli, les images vont devenir confuses; et comme les foyers des divers rayons simples sont à différentes distances derrière la lentille, les couleurs vont se séparer de plus en plus. Parlons d'abord du disque opaque. En s'approchant de la croisée, un *bleu* très pâle se montre en dehors, un *jaune-rougeâtre* très

vif en dedans. A une certaine distance l'image se réduit à un point central jaune-rougeâtre très foncé entouré d'une pénombre très large légèrement teintée de bleu sur la circonférence. Plus près, tout se réduit à une pénombre transparente. Au contraire, si on s'éloigne en partant de la première position, le rouge pâle se montre à la circonférence, le bleu foncé à l'intérieur. Bientôt il n'y a plus qu'un point bleu foncé au centre, entouré d'un espace transparent bordé de rouge-oranger pâle. Au-delà, tout devient encore transparent. C'est l'inverse pour le cercle lumineux, avec cette seule différence que les couleurs sont toujours plus foncées à la circonférence qu'au centre.

Quoique tous ces faits soient des conséquences très simples de l'aberration de réfrangibilité des lentilles, nous les avons rappelés en détail, parce qu'ils se reproduisent très fidèlement dans notre œil, et qu'ils en démontrent par conséquent le défaut d'achromatisme.

Il faut seulement se rappeler ici que, bien que les objets se peignent sur la rétine comme sur le verre dépoli de la chambre obscure, comme nous les voyons droits et non renversés, quand nous rapporterons l'ordre des couleurs à la position de l'écran opaque, il est tout naturel qu'il y ait un renversement apparent.

1. — Je place, sur un fond noir une bande de papier blanc de quelques millimètres de large, à la distance de la Vision distincte; puis je fais passer un écran devant la pupille, de manière à en masquer la moitié environ de l'ouverture. Aussitôt la bande blanche se colore en *rouge-oranger* du côté de l'écran et en *bleu* de l'autre. Il en est de même d'une fente éclairée par la lumière du jour. Le phénomène est encore bien plus sensible quand l'objet est à une distance plus grande que celle de la Vision distincte. Je vois alors la bande blanche ou la fente avec *toutes les couleurs de l'iris*, comme si je la regardais à travers un prisme. J'ai cru remarquer que les couleurs étaient plus vives et plus tranchées quand je faisais passer l'écran en partant du bord interne de l'œil.

2. — En répétant la même expérience avec un corps noir sur un fond blanc ou avec un corps opaque se

détachant sur le fond du ciel, les couleurs sont disposées en sens inverse : le *bleu* du côté de l'écran, le *rouge* en dehors. Plus l'ouverture de la pupille est étroite et plus les couleurs sont séparées ; ce qui doit être, puisque la lumière passe alors plus près des bords du cristallin. Quand on regarde les objets de très loin, on peut observer ces effets sur des corps de très grandes dimensions. Considérons, par exemple, trois à quatre troncs d'arbres éloignés les uns des autres de quelques mètres et se détachant sur le fond du ciel à une distance telle qu'à l'œil nu on puisse à peine les voir distinctement. Passons l'écran devant l'œil, en regardant ces arbres de manière à rétrécir considérablement l'ouverture de la pupille. Ces trois ou quatre troncs nous apparaîtront simultanément transformés en *colonnes verticales irisées*, où nous reconnaitrons toutes les couleurs du spectre solaire aussi nettement que si nous les regardions à travers un prisme, et les couleurs, pour tous ces troncs, seront disposées dans le même ordre, le *bleu* du côté de l'écran, le *rouge* en dehors. Celui qui a observé une seule fois ce beau phénomène ne peut douter un seul instant du défaut d'achromatisme de l'œil. Comment songer à rapporter cet effet à la diffraction de la lumière ? Il ne s'agit plus ici de raies ou de franges alternativement obscures et lumineuses, ou se succédant dans l'ordre des couleurs de la lumière blanche diffractée, mais de couleurs disposées dans l'ordre du spectre solaire, sans solution de continuité et formant des colonnes irisées grosses comme un tronc d'arbre. Où trouver d'ailleurs ici réunies les conditions d'interférences si difficiles à remplir ? Il ne peut évidemment y avoir d'autres causes de ces apparences que l'aberration de réfrangibilité des lentilles oculaires, et il en est de même de beaucoup d'autres phénomènes rapportés à tort à la diffraction par la plupart des observateurs.

3. — Si on place un fil blanc, une épingle ou une très petite bande de papier blanc sur un fond noir, et qu'on regarde cet objet avec un fil tendu parallèlement au-devant de la prunelle, une raie *bleue* se projettera sur son milieu à une distance un peu plus

petite que celle de la Vision distincte, et une raie rougeâtre à une distance un peu plus grande. Le même effet s'observe, mais avec des couleurs plus vives, en regardant une fente étroite éclairée par la lumière du jour. Quand on est beaucoup plus près ou beaucoup plus loin que la distance de la Vision distincte, la raie qui se projette sur l'objet lumineux est de la couleur du fond sur lequel il est placé. C'est alors le cas que nous avons expliqué au n° 7 du 1<sup>er</sup> article. Il suffit de jeter les yeux sur la figure 5, toute grossière qu'elle soit, pour se rendre parfaitement compte de ces apparences. Les lignes 1, 2, 3, 4, 5, sont supposées représenter les diverses positions de la rétine, et les bandes 1, 2, 3, 4, 5, les images de la bande O sur la rétine, dans les positions correspondantes. Nous ferons remarquer qu'il n'est pas nécessaire que l'objet linéaire soit rectiligne : lors même qu'il serait contourné en zig-zag, le même effet se produirait. Les raies lumineuses ou obscures suivraient les contours.

Si le corps lumineux est beaucoup plus large que l'écran ; s'il s'agit par exemple d'une bande de quelques millimètres de largeur et d'un simple fil, à une distance un peu plus petite que celle de la Vision distincte, on observe de chaque côté de la bande une double raie, bleue en dedans, jaune-oranger au dehors, et au contraire à une distance un peu plus grande, la double raie est jaune-oranger en dedans, et bleue en dehors. En s'éloignant ou en se rapprochant davantage, les raies externes deviennent moins sensibles, les raies internes se rapprochent en se teignant de la couleur du fond. Enfin, si la bande n'est pas trop large à une certaine distance, on n'observe plus que le phénomène décrit au n° 7 de l'article 1<sup>er</sup>, une raie de la couleur du fond divisant la bande en deux parties égales.

4. — Mettons maintenant un fil noir ou une bande noire sur un fond blanc, et regardons encore cet objet avec l'œil armé du fil tendu devant la pupille. Les mêmes couleurs apparaîtront, mais dans un ordre inverse. Pour le fil noir, une simple raie plus ou moins rouge pour une distance moindre que celle de

la Vision distincte, et une raie *bleue* pour une distance un peu plus grande. Au-delà, une raie couleur du fond. Avec la bande noire, les doubles raies dont nous avons parlé, mais dans l'ordre inverse. Tous ces phénomènes, d'ailleurs, varient nécessairement un peu selon les largeurs relatives de l'objet et de l'écran.

5. — Si on double, triple..... l'écran étroit, on multipliera, en général, les raies en proportion, et si on regarde plusieurs objets à la fois, les mêmes phénomènes se répèteront sur chacun d'eux s'ils sont égaux, de la même couleur et à la même distance; autrement ils varieront à raison de ces différentes circonstances. Pour se rendre parfaitement compte de ces apparences, souvent très complexes, il ne faut pas oublier qu'il y a ici deux causes distinctes de *coloration*: l'une est le *chromatisme de l'œil*, l'autre en est indépendante, et nous l'avons signalée au n° 7 de l'article 1<sup>er</sup>. On conçoit que dans le voisinage des limites entre lesquelles agissent ces deux causes, elles doivent souvent se mêler et se confondre. Aussi ces phénomènes sont-ils très difficiles à analyser quand on ne les a pas étudiés séparément, comme nous venons de le faire. Une des expériences qui nous a le plus embarrassé nous-même, avant d'avoir fait bien nettement cette distinction, ce sont ces belles couleurs, mais excessivement variables, qu'on observe en regardant les dents d'un peigne éclairé par la lumière du jour, à travers le réseau des dents d'un autre peigne appliqué contre l'œil. Si la distance du premier peigne est un peu plus petite que celle de la Vision distincte, les dents du second projettent des raies *oranges* sur ses *dents* et des raies *bleues* dans les intervalles. Ce sera l'inverse à une distance un peu plus grande que la Vision distincte. Au-delà, les raies fond de ciel apparaîtront et viendront modifier les couleurs que présente d'ailleurs, un corps délié à différentes distances. Mais la première partie du phénomène est très nette et ne laisse pas de doute sur la vérité de notre explication. Il n'y a pas lieu de recourir à la théorie des interférences ou des réseaux.

6. — Si on regarde de très loin un tronc d'arbre, se détachant sur le fond du ciel, alors que l'œil nu du myope a de la peine à le distinguer, en plaçant devant la pupille un petit cylindre de deux à trois millimètres, de manière à ne laisser des deux côtés qu'une étroite ouverture, on verra immédiatement un *tronc d'arbre double*, et présentant dans chaque image toutes les *couleurs de l'iris*, dans un ordre symétrique, le *bleu* en dedans, le *rouge* en dehors. Les deux images seront d'ailleurs séparées par un espace *fond de ciel*. En diminuant graduellement la largeur de l'écran, les deux images irisées se rapprochent, les deux bords bleus se fondent en une raie bleue plus foncée, de part et d'autre de laquelle se distinguent deux espaces transparents *fond du ciel*, bordés eux-mêmes extérieurement de deux raies d'un *rouge* plus ou moins obscur.

Ces phénomènes sont très variés, suivant la distance des objets, leur grandeur, celle de l'écran, l'éclat et la couleur du fond sur lequel ils se détachent, mais à l'aide des deux principes que nous avons énoncés, ils nous ont toujours semblé faciles à analyser. La multiplicité des images intervient dans beaucoup de cas dont nous n'avons pas parlé à dessein.

7. — Si on regarde à l'œil nu, sans l'interposition de l'écran précédent, un corps opaque ou un corps lumineux, disque ou cylindre, qui, pour mon œil de myope, a besoin d'être très délié, une épingle blanche, par exemple, éclairée par le jour, ou une épingle noire placée entre l'œil et le ciel; en l'éloignant et le rapprochant alternativement à partir de la distance de la Vision distincte, on observera les phénomènes que nous avons obtenus à l'aide de la chambre obscure, en recevant sur le verre dépoli les images du disque opaque et du disque lumineux. Mais, pour mon œil, *la multiplicité des images*, qui se produit toujours dans ces circonstances, fait rentrer ces phénomènes dans ceux que nous aurons bientôt à expliquer. C'est pour cela aussi que je n'ai rien dit des apparences que présentent les *fentes étroites* qui réveillent toujours, d'ailleurs, l'idée de diffraction.

8. — En plaçant une carte entre l'œil et le jour à une distance plus petite que celle de la Vision distincte, le bord présente une frange *jaune-orange* à la suite de laquelle *en dehors* on distingue plusieurs petites raies *violettes*, et *en dedans* de la carte même, une sorte de pénombre de même couleur. A une distance plus grande que celle de la Vision distincte, on observe contre le bord une frange *bleue* suivie *en dehors* d'une ou de deux raies jaunes très fines, et *en dedans* d'une sorte de pénombre jaunâtre. L'expérience est plus sensible quand on la fait avec deux écrans à la fois, placés à ces deux distances, et en les disposant de manière qu'ils ne laissent passer entr'eux qu'un étroit filet de lumière. M. HÄIDINGER (1) se servait d'une loupe pour observer ces phénomènes qu'il attribuait à des interférences. Quant à moi, je les observe très facilement à l'œil nu, et comme ils deviennent bien plus *intenses*, quand je regarde le bord de la carte avec un *fil tendu* devant l'œil, j'en conclus qu'ils sont du même ordre que ceux que j'expliquerai dans l'article suivant. Je dirai la même chose des observations de M. NECKER et de M. CHORON, rapportées dans les *comptes-rendus* de l'Académie des sciences (2), et que je discuterai dans une note de l'*Appendice* (3).

---

### ARTICLE 3.

#### *Phénomènes produits par la multiplicité des images et le chromatisme de l'œil.*

---

L'œil n'étant point achromatique et étant, par hypothèse, pourvu d'un appareil multipliant, il est facile

(1) *Annales de Poggendorff*, 1852, n° 3, page 357.

(2) *Comptes-rendus*, t. IV, page 639. — t. XXV, page 395.

(3) *Appendice*, n° 4.

de prévoir que, dans certaines circonstances, on observera à la vue simple des images  *multiples*  et  *irisées* , comme dans la chambre obscure artificielle, dont le diaphragme est garni d'un réseau.

1. — Qu'on regarde, en effet, de très près ou de très loin (par rapport bien entendu à la distance de la Vision distincte), un corps lumineux étroit, une fente éclairée par le jour, une épingle, un fil blanc, ou une petite bande de papier sur un fond noir, non-seulement l'objet paraît considérablement élargi, divisé par des raies qui le rendent  *multiple* ; mais de plus ces images multiples sont, en général, très vivement colorées en totalité ou sur leurs bords, et elles ressemblent beaucoup aux franges de diffraction; ce qui a conduit la plupart des physiciens à supposer que ces phénomènes étaient dus aux interférences des rayons qui rasaient les bords de ces objets ou les bords de la pupille, et qu'ils expliquaient, les uns par le principe général de la théorie des ondulations, appliqué par M. BABINET à une foule de phénomènes de ce genre; les autres simplement par la diffraction; d'autres, dans la théorie newtonienne, par les accès de facile réflexion et de facile transmission, ou par ce qu'ils désignaient, d'une manière vague, sous le nom d'inflexion de la lumière. En combattant cette opinion, nous savons fort bien cependant qu'en définitive toutes les modifications des rayons lumineux, à commencer par les plus élémentaires que nous nous contentons d'invoquer ici: la réflexion, la réfraction, le chromatisme, ne s'expliquent, dans la  *théorie des ondulations* , que par le principe des interférences. Mais il nous paraît rationnel de ne recourir, pour l'explication des faits, à leurs principes éloignés que lorsque l'insuffisance des principes prochains est bien démontrée. Aussi, quand bien même, en remontant  *aux interférences* , on rendrait compte de ces phénomènes aussi facilement et aussi complètement que nous pouvons le faire par les deux principes  *prochains*  que nous avons établis directement par l'expérience, notre explication aurait encore l'avantage d'être plus élémentaire. Mais on sera toujours en droit de nier qu'il y

ait, par le fait, lieu à des interférences nouvelles, dans les phénomènes dont il s'agit, tant qu'on ne sera pas parvenu à les reproduire dans la chambre obscure et qu'ils ne seront observables qu'à l'œil.

Quant à notre explication elle-même, elle est si simple, et elle découle si évidemment des faits établis précédemment, qu'il est à peine nécessaire de l'exposer. La voici en quelques mots : En vertu de l'existence d'un réseau de points ou de lignes opaques, placé devant, derrière ou dans le tissu même des humeurs transparentes de l'œil, tout objet visible donne sur la rétine, à une distance plus petite ou plus grande que celle de la Vision distincte, des *images multiples*. En outre, l'œil n'étant pas achromatique, et les *fonds* sur lesquels se détachent les objets visibles étant souvent diversement colorés ou éclairés, chacune de ces images est irisée. Car il ne faut pas oublier que nous avons reconnu deux causes de coloration pour les images des objets placés en dehors des limites de la Vision distincte. La première cause agit plus puissamment à des distances qui s'écartent peu de ces limites, et la seconde, au contraire, pour les écarts les plus considérables. En n'ayant égard qu'à la première cause, il est évident que les images sont d'autant moins superposées et leurs couleurs d'autant plus séparées que l'objet est plus étroit. Quand le foyer de tous les pinceaux lumineux qui traversent chacune des mailles du réseau tombe précisément sur la rétine, toutes les images se fondent en une seule, et les couleurs se recomposent ; dans tout autre cas, la superposition n'est que partielle. De là cette apparence, pour les corps minces de franges colorées parallèles à l'objet, qui donne à ces phénomènes beaucoup de ressemblance avec les phénomènes de diffraction.

Lorsque les objets visibles sont très lumineux, comme les flammes, la lune, le soleil, les images multiples ne sont pas sensiblement irisées, du moins dans les circonstances ordinaires. On sait, en effet, l'influence de l'*éclat* sur la visibilité des couleurs : le rouge se confond avec celui de la flamme, et le bleu disparaît à moins que l'éclat de la lumière ne soit affaibli par

l'interposition d'un écran partiel. M. DOVE a remarqué qu'avec une faible lumière le rouge, comme couleur, disparaît, tandis que le bleu reste plus long-temps et plus distinctement visible (1). Aussi les expériences de *chromasie* oculaire sont plus faciles à faire à la lumière diffuse qu'à la lumière du grand jour.

2 — Analysons maintenant de plus près quelques-uns de ces phénomènes. Je prends le cas d'une fente étroite, taillée dans une feuille d'étain très mince et collée sur une vitre. Si je pars de la distance de la Vision distincte, en m'éloignant peu à peu, je vois d'abord deux raies jaunes très fines se détacher de chaque bord de la fente, qui se teint lui-même légèrement en bleu. Les deux raies jaunes se rapprochent graduellement et finissent par se réunir au milieu de la fente en une seule raie beaucoup plus foncée, d'une couleur *jaune-oranger* ou *jaune-brun*, suivant la clarté plus ou moins grande du jour. A partir de cet instant, les raies se multiplient dans la fente, qui est considérablement dilatée; elle sont d'abord de cette même couleur orange ou rouge, et alors les intervalles *transparents* sont bleus. Mais plus loin, je ne distingue que des raies *obscurées* et *lumineuses*. Si je me rapproche peu à peu de la fente, en partant de la distance de la Vision distincte, je distingue en premier lieu deux raies bleues très fines se détachant des bords pour se réunir au milieu en une seule raie bleue plus foncée. Les bords eux-mêmes sont colorés et jaunes. Plus près, les raies se multiplient et deviennent violettes; ce qui tient au mélange du rouge des intervalles avec le bleu des raies. Plus près, je ne puis distinguer que des raies obscures et lumineuses, comme dans les expériences de M. PÉCLET.

En regardant comparativement une bande opaque, de même largeur que la fente, collée sur la même vitre et sur son prolongement, je vois apparaître du bleu sur cette bande dans la direction de la ligne où

(1) Sur la combinaison stéréoscopique des couleurs et de l'influence de l'éclat, etc. *Journal de l'Institut*, décembre 1852. — Voir à l'Appendice n° 3.

le *jaune* se montre dans la fente et réciproquement. Lorsque les cils des paupières à demi-fermées viennent à s'interposer au-devant de la pupille, les raies se *multiplient* et acquièrent une couleur plus tranchée. Il est impossible de ne pas reconnaître ici l'identité des phénomènes observés à l'œil nu et à l'œil armé d'un réseau artificiel, et, par suite, de ne pas conclure à l'existence d'un réseau naturel dans l'œil.

3. — Si on tend un fil blanc au-dessus d'un fond noir, ou un fil noir sur un fond blanc, et qu'on place l'œil au-dessus, très près d'une des extrémités en essayant de le voir dans toute sa longueur, le fil paraîtra *multiple*, surtout aux myopes, à partir de l'extrémité la plus voisine, jusqu'à un certain point où tous les fils se réuniront pour se diviser ensuite de nouveau un peu au-delà. C'est le principe de l'optomètre de MILE et de LEHOT. Mais je n'ai vu nulle part décrite avec soin l'apparence que présente ce fil, du moins aux yeux des myopes. On dit généralement que : « la partie du fil blanc voisine de l'œil paraît » *demi-transparente* et sous la forme d'un angle dont » le sommet se trouve sur le fil à une certaine distance » qui est la première limite de la *Vision distincte*. » Pour le plus grand nombre des personnes, la portion qui suit immédiatement ce point paraît nette » et d'un blanc mat, sur une certaine longueur. Ensuite elle reparait sous la forme d'un angle opposé » au premier, dont le sommet détermine la seconde » limite de la *Vision distincte* » (1). Les myopes, comme moi, voient autre chose : 1° multiplicité du fil au-delà des deux points de la *Vision distincte* qui sont très rapprochés, et de plus ces fils multiples forment un véritable *cône* dont on distingue fort bien le faisceau convergent, en visant dans une direction presque horizontale; 2° une coloration très sensible des fils eux-mêmes et surtout de leurs intervalles, plus particulièrement dans le *voisinage* des sommets des deux cônes. Déjà YOUNG, à son optomètre à fentes,

(1) Optiomètre de LEHOT. Ann. des Sciences d'observation, tome II.

avait remarqué « une apparence *bleue* et une *rouge* aux angles intérieurs opposés par le sommet des lignes qui se croisent » (1). Je distingue parfaitement cette coloration à l'œil nu. Dans le cas du fil *blanc* sur fond *noir*, près du sommet du premier cône, les fils sont bordés extérieurement de *rouge-orange* et intérieurement de *bleu-violet*. Près de l'autre sommet, c'est tout le contraire. Avec le fil *noir* la couleur *jaune-rouge* est en dedans, le *bleu* en dehors, pour le premier cône; le *bleu* en dedans, le *rouge* en dehors, pour le second. Cela est si conforme aux autres faits exposés ci-dessus, qu'il est inutile d'insister.

4. — Si l'œil produisait seulement l'effet de la chambre obscure à objectif non achromatique, on devrait observer, dans les images des cercles opaques et lumineux les apparences simples que nous avons décrites dans l'article précédent. Mais comme l'œil donne en même temps, aux distances plus petites ou plus grandes que celle de la Vision distincte, des images multiples qui se superposent plus ou moins, les images colorées des disques opaques ou lumineux se combinent de manière à former des apparences très variées de cercles entrecroisés, où dominent toujours les couleurs extrêmes du spectre, le *bleu* et le *rouge* plus ou moins jaunâtre. Ce qui confirme notre explication, c'est qu'on reproduit parfaitement ces combinaisons en mettant devant l'objectif de l'œil artificiel un écran percé de plusieurs trous. Si on colle sur une vitre un petit disque de papier noir d'un centimètre de diamètre, entouré d'anneaux concentriques du même papier d'un centimètre de large, laissant entr'eux des espaces annulaires lumineux à-peu-près de même largeur; puis qu'on regarde ce système en s'en éloignant graduellement, à partir de la distance de la Vision distincte; on observe des combinaisons d'images et de couleurs très curieuses, faciles à analyser par les principes que nous avons exposés et qu'on reproduit d'ailleurs dans la chambre obscure garnie, comme nous l'avons dit, d'un réseau de quelques trous. Les bonnes vues peuvent

(1) *Bakerian lecture*, Trans. philos., 1801.

observer les mêmes phénomènes en regardant à travers la carte percée de trous d'épingle. Quand on se sert d'une fente étroite, l'analyse du phénomène est très facile à faire, parce que les anneaux, disposés en série linéaire, ne se superposent qu'en quelques points de leurs bords ; ce qui permet de distinguer les effets de la combinaison des couleurs.

5. — Voici une expérience du même genre que j'ai trouvée fort belle. On remplit d'eau un verre, une tasse, une soucoupe ; la nature des parois et leur poli n'y font rien, car on peut noircir le vase à l'intérieur ou le doubler de papier brouillard. Il suffit que le liquide mouille les parois de manière à former tout autour du vase un ménisque annulaire concave. On place une bougie allumée à quelque distance, un peu au-dessus, et on dispose l'œil de manière qu'il voie l'image de la flamme se réfléchir au centre même de l'ouverture du vase. Aussitôt on aperçoit un *cercle lumineux* près du bord, formé par la réflexion de la lumière de la bougie sur le ménisque annulaire, et qui entoure, comme une sorte de Halo, la flamme placée à son centre. Comme le cercle ne forme qu'un anneau très étroit, en éloignant graduellement l'œil, de manière à voir toujours au centre l'image de la flamme, ce filet lumineux va se multiplier et *se colorer* des plus vives couleurs, *rouge* et *bleue* principalement, en s'entrecroisant de mille façons. En regardant à travers une carte percée de 5 à 6 trous d'épingle, on distingue beaucoup mieux les images et les couleurs. L'image de la flamme qui est au centre de chacun de ces cercles se multiplie pareillement en prenant les nuances très vives du spectre solaire. C'est un spectacle très curieux. Il a encore plus de beauté, lorsqu'on fait l'expérience en recevant de la même manière l'image réfléchi du soleil.

6. — A mon œil, un fil noir sur fond blanc paraît divisé par une raie *rouge* ou *bleue* suivant que la distance est *un peu* plus petite ou *un peu* plus grande que celle de la Vision distincte ; dans les mêmes circonstances, un fil blanc sur fond noir présente une *raie bleue* ou une *raie rouge*. On comprend donc que les lignes noires parallèles, séparées par des espaces

blancs ou lumineux, comme les hachures des cartes géographiques, les dents de peigne, etc., me présentent à l'œil nu les mêmes apparences qu'aux yeux ordinaires regardant à travers un réseau. Quelques observateurs, comme M. BREWSTER, en décrivant ces phénomènes, disent que ces lignes noires et blanches fixées pendant quelque temps, semblent animées d'un mouvement d'ondulations : « elles se brisent en serpentant et toutes les teintes du prisme apparaissent » entre ces lignes brisées et ondulées. » Sir David BREWSTER attribue donc ce phénomène « à un simple mouvement d'agitation de la rétine qui, sous l'influence de ces ondulations successives, est sensible aux impressions de la lumière dans une des phases, et insensible dans l'autre phase (1). » Ce mouvement de *trémulation* se manifeste, en effet, quelquefois, mais il est dû, comme nous le verrons plus loin, à une partie du *réseau oculaire* en perpétuelle agitation, à savoir aux granules qui flottent dans l'humeur aqueuse. Mais à part cette circonstance, le phénomène a pour mes yeux de la fixité, de la constance et de la régularité. Je l'observe tout aussi bien sur une ligne ou deux que sur une centaine, et, enfin, je l'ai reproduit à l'œil artificiel armé d'un *réseau*, c'est-à-dire en plaçant un peigne contre l'objectif et mettant un second peigne à distance, de manière que l'image vint se faire tantôt *un peu* au-delà, tantôt *un peu* en deça du transparent.

7. — J'arrive à quelques phénomènes, qui m'ont donné beaucoup plus de peine à analyser et dont l'explication peut-être me sera contestée.

Si on éclaire de côté, avec une bougie, un corps cylindrique opaque à surface unie, mais pas sensiblement polie, on sait qu'à une distance égale à celle de la Vision distincte, on verra une de ses arêtes vivement éclairée et formant une ligne lumineuse rayonnante. Une baguette de bois, une tasse de porcelaine, un cylindre métallique, le dos d'un rasoir ou même l'ongle du pouce, me servent indifféremment pour cette

(1) BREWSTER, *Manuel d'optique*, t. II, page 132.

expérience. Lorsque je m'approche de la ligne lumineuse, elle se dilate, se multiplie et présente les couleurs que nous avons déjà décrites. D'abord je distingue deux raies rouges des deux côtés et une raie *bleue* au milieu. Plus près, une ou plusieurs raies rouges (couleur de flamme) divisent le bleu qui s'est élargi : bientôt les raies couleur de flamme envahissent tellement l'espace lumineux que le bleu disparaît, ou n'est plus indiqué que par des raies obscures séparant les traits lumineux ; j'ai alors l'apparence du premier bord de l'objet, comme s'il s'était considérablement multiplié. A une distance *un peu* plus grande que la Vision distincte, la ligne lumineuse se divise aussi, le rouge est en dedans et très vif, le bleu se distingue à peine en dehors. Mais bientôt la forme *rayonnante* étoilée, que prend la lumière réfléchie, empêche de suivre plus loin le phénomène. Quand le corps est légèrement poli, et le poli de l'ongle suffit même pour cela, on distingue deux réflexions : la réflexion irrégulière, qui *multiplie les bords* de l'objet, et la réflexion régulière, qui *multiplie l'image* de la bougie. Cette image étant d'autant plus *étroite* que la courbure du cylindre est plus grande, il en résulte, dans mon hypothèse, une circonstance très favorable à ce qu'on puisse observer les couleurs *irisées* des images *multipliées* par le réseau oculaire, et c'est, en effet, ce qui arrive. En tenant de côté le corps réflecteur très près de l'œil, on voit une longue série de spectres de la flamme, où l'on distingue surtout le *vert* et le *rouge*. Lorsque le cylindre a un ou deux centimètres de diamètre, on distingue parfaitement la forme des flammes et le mouvement parallèle d'agitation qu'elles suivent, quand on fait vaciller la lumière. Cette multiplicité de flammes irisées se projette sur la multiplicité des lignes lumineuses et obscures, provenant de la réflexion irrégulière qui a lieu sur le bord du cylindre. En faisant prendre à ce cylindre diverses inclinaisons par rapport à la flamme, les images irisées coupent les lignes lumineuses, toujours parallèles au bord, sous diverses incidences : ce qui fait facilement distinguer les deux réflexions. De plus, en

faisant tourner le cylindre sur son axe, les traits obscurs et lumineux se *maintiennent fixement* à la même place, tandis que les images de la flamme semblent *rouler* sur ces lignes en changeant d'aspects, c'est-à-dire se présentant à l'œil plus ou moins larges, plus ou moins irisées; quelquefois presque blanches et d'autres fois couvertes de taches obscures. On comprend, en effet, que la réflexion régulière ayant lieu sur les petites *facettes* qui forment toutes ces surfaces cylindriques artificielles ou naturelles, la position de ces facettes, leur largeur, leur degré de poli et de pureté doivent faire varier les images qu'elles réfléchissent.

Pour voir ce phénomène dans toute sa beauté, il faut prendre une épingle un peu grosse en cuivre étamé ou en acier. On la place verticalement près de l'œil, de manière à recevoir par réflexion la lumière de la bougie. On voit alors se dérouler à la vue, perpendiculairement à l'épingle, un long ruban peint de toutes les *couleurs de l'iris*, mais où dominent surtout le *rouge* et le *vert*. Les spectres s'y succèdent en général très régulièrement et s'y dessinent quelquefois presque avec autant de netteté que dans le phénomène des réseaux observé et décrit par FRAUNHOFER. En éloignant graduellement l'épingle de l'œil, le ruban irisé se resserre, l'épingle cesse de faire miroir parfait; ses arêtes s'éclairent sur une plus grande longueur; on en distingue les images multiples moins vivement éclairées que les flammes réfléchies. L'apparence est alors celle que nous avons plusieurs fois décrite. Aux deux bords extrêmes, on remarque une bordure rouge, du bleu violet au milieu. A la distance de la Vision distincte, toute coloration et toute multiplicité ont disparu. Au-delà, les couleurs et les images multiples reparaissent; mais elles sont difficiles à bien observer à cause de la petitesse de l'objet.

Je dois ajouter que, même avec des aiguilles, des épingles, des fils de verre extrêmement fins, il est facile de distinguer les deux réflexions dont j'ai parlé. En présentant le petit corps cylindrique obliquement

à la flamme, celle-ci se réfléchit régulièrement sous forme *multiple* sur les images *multiples* du cylindre, de manière à les couper quelquefois perpendiculairement. Les images des flammes seront irisées (rouges et vertes) aussi grandes en apparence que la flamme elle-même, absolument comme si la réflexion avait lieu sur une surface formée de plusieurs facettes polies disposées presque dans le même plan et séparées par de petites bandes ternes; ce qui est l'apparence que présente à l'œil les *images multiples* du petit cylindre réflecteur.

Ce qui prouve que ces réflexions régulières ont lieu sur les petites *facettes* planes distribuées irrégulièrement sur la surface du cylindre, c'est qu'en faisant osciller, devant la prunelle, ce petit cylindre parallèlement à lui-même, on observe toujours les *mêmes spectres* dans la même direction avec les mêmes couleurs et la même forme, absolument comme quand on fait osciller devant l'œil un véritable miroir à facettes; mais si l'on fait *tourner le cylindre sur son axe*, en le maintenant d'ailleurs à la même place, ainsi que l'œil, aussitôt les spectres changent, et *semblent* tourner autour de cet axe. Le mouvement parallèle déplace donc les images multiples du cylindre sans déranger les images multiples de la flamme. Au contraire, le mouvement de rotation autour de l'axe déplace les images multiples sans rien changer à l'apparence des bords multiples du corps réflecteur.

Voici, du reste, une expérience à l'appui de mon interprétation. Je couvre un petit miroir plan de bandes très étroites de papier, en ne ménageant entr'elles que de très petites portions de la surface polie. Je reçois ensuite sur ces petites facettes, tenues obliquement très près de l'œil, la lumière réfléchie d'une bougie, et j'observe des images multiples et irisées de la flamme. Suivant les positions relatives de l'œil et de chaque facette, toutes les flammes peuvent être irisées dans le même ordre ou irisées symétriquement.

En recevant la lumière réfléchie par ces facettes sur un carton convenablement disposé, je reconnais que cette lumière n'est pas décomposée. Mais si je la fais

passer à travers une lentille ordinaire, aussitôt tous les *spectres* sont irisés. J'ai fait la même observation avec la lumière solaire. Chaque facette donnait un spectre blanc qui se décomposait en traversant la lentille. Tout cela est si simple et si élémentaire que j'ose à peine le rapporter. L'analogie me paraît évidente entre la décomposition produite par cette lentille et celle que produisent les milieux réfringents oculaires.

J'attribue donc les derniers phénomènes que je viens de décrire, à la même cause que les précédents : Je n'ignore pas cependant que la plupart des physiciens, sans avoir pu expliquer complètement les couleurs vues par réflexion sur les corps étroits, les rapportent, soit aux franges de diffraction, soit à celles des stries et des réseaux. Je sais encore qu'une partie de ces phénomènes a été observée dans la chambre obscure par GRIMALDI (1), MARALDI (2), DUTOUR (3), BROUGHAM (4), PREVOST (5). J'ai moi-même répété leurs expériences. Je crois néanmoins que si les couleurs sont déjà séparées en arrivant à l'œil, elles le sont bien plus encore après l'avoir traversé. Le plus souvent, en effet, les spectres réfléchis par les épingles et par les aiguilles, dans la chambre obscure, sont presque blancs ; ce sont des bandes lumineuses légèrement irisées, correspondant aux diverses facettes des aiguilles et séparés par des espaces moins éclairés. Avec l'œil artificiel, en recevant sur le transparent la lumière réfléchie par un cylindre légèrement poli, de deux centimètres de diamètre, éclairé de côté par une bougie, je n'ai pu observer qu'une *trainée lumineuse*, sans coloration sensible, dirigée perpendiculairement aux arêtes du prisme. Pour transformer cette bande lumineuse en une série de spectres irisés, il m'a suffi de mettre au devant de l'objectif un pei-

(1) GRIMALDI, *De lumine*, etc.

(2) MARALDI, *Mém. de l'Acad. des sciences*, 1723.

(3) DUTOUR, *Sav. étrang.* t. V.

(4) BROUGHAM, *Trans. philosoph.*, année 1796.

(5) P. PREVOST, *Journal de Physique*, t. XLIX.

gne à grosses dents. Si donc le réseau oculaire n'est pas la principale cause du phénomène que nous venons de décrire, il doit concourir à en augmenter l'intensité. Je reviendrai dans une note sur ces faits et quelques autres du même genre (1).

8. — J'ai dit, au commencement de cet article, qu'il y a souvent une assez grande ressemblance, à première vue, entre les franges produites par diffraction et celles auxquelles peut donner naissance l'aberration de réfrangibilité des lentilles. En voici un exemple : si on fait tomber sur un réseau d'épingles noires, de fils ou de crins noirs, ou sur des dents de peigne, la lumière d'une bougie concentrée par une lentille, on verra de magnifiques franges, symétriques à l'axe de la lentille, se projeter par derrière. On en fera varier les couleurs et les formes, selon que le réseau sera un peu en deçà ou un peu au-delà du foyer de la lentille : dans la première position, le *bleu* est en dehors pour chaque raie et le rouge en dedans : c'est l'inverse pour l'autre position. Un objectif achromatique fait disparaître les couleurs. Les réseaux dont je me suis servi étant à fils très gros, il est facile de reconnaître même à simple vue que ces fils arrêtent en inégale proportion les rayons de couleurs diverses inégalement réfractés et dont les foyers sont différens. On voit en effet, du côté de la lentille, les fils éclairés par la couleur qu'ils interceptent. En n'éclairant qu'un seul gros fil ou mieux en coupant le faisceau lumineux en différents points par un large écran, il est très facile d'analyser le phénomène.

En mettant les grosses dents d'un peigne contre l'objectif, et l'éclairant par une bougie ou la lumière du jour, on obtient encore en deçà ou au-delà du foyer des franges irisées qui ne sont évidemment qu'un simple effet d'aberration de réfrangibilité des lentilles. Si la diffraction intervient ici, ce ne peut être que pour une très faible part, et c'est le chromatisme ordinaire qui domine. Je pense qu'il en est de même dans les spectres irisés que l'œil voit par réflexion.

(1) Voir *Appendice*, n° 4.

J'insiste, en effet, sur ce point que les couleurs réfléchies reçues sur un écran ne présentent pas, en général, de *spectres réguliers*, mais un mélange confus de nuances différentes. Ainsi, par exemple, en répétant l'expérience de MARALDI, en recevant dans la chambre obscure la lumière du soleil sur un cylindre de bois ou de cuivre, de deux centimètres de diamètre, de manière que le faisceau solaire, dont la moitié éclairait la surface convexe, eut un centimètre d'épaisseur, j'ai remarqué, comme lui, sur un carton blanc exposé à cette lumière réfléchie « une grande diversité de couleurs toutes belles et vives. Ces couleurs étaient du rouge, du violet, du jaune, du bleu et du vert, de sorte qu'on aurait cru que le carton blanc sur lequel elles étaient reçues, était un de ces papiers marbrés de ces différentes couleurs » (1). En effet, le plus souvent, ce sont des *marbrures* qu'on obtient ainsi : tandis que ces *mêmes* cylindres me donnaient à l'œil des *séries de spectres* d'une flamme, parfaitement figurés, irisés et distincts. Les couleurs restaient distribuées dans le même ordre, malgré les irrégularités des surfaces qui changeaient la largeur de chaque spectre. Ces couleurs étaient en général disposées *symétriquement* par rapport à une image centrale, blanche au milieu, *rouge* sur les bords, et les autres couleurs se succédaient toujours ainsi dans les autres spectres : *vert* en dedans, *rouge* en dehors.

Pour résumer cette discussion : on ne peut nier, 1<sup>o</sup> que l'œil ne soit chromatique et que ce défaut ne se manifeste d'autant plus que les rayons sont plus divergents ; 2<sup>o</sup> que les spectres irisés formés par différence de réfrangibilité des milieux ont plus *d'intensité* que les franges de diffraction ou d'interférences. Or il est évident que les rayons réfléchis par un petit corps cylindrique, placé très près de l'œil, tombent à la surface de la cornée dans les conditions d'obliquité les plus favorables à la séparation des couleurs, et il est impossible que cette séparation n'ait pas lieu. Donc dans l'hypothèse même où le faisceau réfléchi

(1) MARALDI. Mém. de l'Acad. des Sc. 1723. pag. 142—143.

serait *chromatisé* en arrivant à l'œil, la disposition des couleurs devrait être notablement, sinon complètement modifiée, en traversant les lentilles oculaires.

9. — J'arrive aux phénomènes de coloration que présentent les bords des écrans et les arêtes des corps opaques se détachant sur un fond lumineux ou éclairé, quand on les regarde de distances plus petites ou plus grandes que celle de la Vision distincte. Dans ces circonstances, il est clair que le bord du corps opaque doit être regardé comme une *ligne lumineuse* et présenter les mêmes apparences.

Tenons une carte au jour, à la distance de la Vision distincte, et visons un des bords. Il se présente à nous comme une simple ligne lumineuse. Rapprochons un peu la carte de l'œil : aussitôt on distingue une dilatation de cette ligne et sa division en *deux raies rouges* séparées par une *raie bleue* : en rapprochant encore davantage la carte, les raies se multiplient ; mais les raies les plus extérieures se perdent sur le *fond du ciel*, où elles s'étendent : on ne distingue que la première raie rouge ou jaunâtre, avec quelques raies *violettes*, formées du mélange de fines raies bleues et rouges. Au-delà de la Vision distincte, la disposition des couleurs est inverse. A ce premier effet se joint celui que nous avons déjà plusieurs fois signalé : l'irradiation mutuelle des deux milieux l'un sur l'autre. Nous savons qu'il en résulte que tout corps opaque délié, en passant devant la prunelle à la limite de séparation des deux milieux, projette sur chacun d'eux une raie de la teinte de l'autre. Ainsi, par exemple, la lumière des corps terrestres étant toujours *jaunâtre*, par rapport au *bleu du ciel*, un fil opaque tendu au devant de la prunelle qui regarde le bord d'un écran, placé au-delà de la Vision distincte, y produira deux raies, l'une *jaunâtre* en dehors, l'autre *bleu-ciel transparent* en dedans : deux, trois fils.... doubleront, tripleront ces raies. On comprend dès lors l'effet du réseau oculaire pour multiplier les franges, opaques et transparentes, des bords de tous les corps vus à distance.

Si on rapproche les bords de deux écrans, l'un tenu

près de l'œil, l'autre beaucoup plus loin, le fond lumineux diminuant d'étendue, les raies de couleurs *rouge-jaunâtre et bleue* deviendront plus distinctes et plus intenses.

En considérant, pendant quelque temps, un écran tenu près de l'œil et cachant une partie d'un fond éclairé, on ne tarde pas à distinguer en avant de la pénombre du bord que nous avons décrite, une raie de la *couleur du fond*, mais beaucoup plus vive : elle est blanche sur fond blanc ou fond de ciel; rouge, verte, bleue, mais avec un éclat plus vif sur fond rouge, vert ou bleu. Je l'attribue à un effet de contraste. Ce qui me le fait croire, c'est qu'on ne remarque bien cette raie lumineuse qu'au bout de quelque temps, et qu'en démasquant subitement la prunelle, la partie du milieu qui était recouverte de l'écran, paraît alors exactement de la même teinte *avivée* et tranchant sur le reste. Peut-être aussi n'est-ce autre chose que la *raie lumineuse d'interférence* qui se produit en avant de la pénombre des corps opaques. On observe une semblable ligne lumineuse en dehors et le long des raies multiples demi-transparentes, qui bordent les corps opaques vus de très loin. Il en résulte que, quand on fait passer un écran, devant l'œil, en regardant de loin une tour, un clocher, une cheminée, etc., la pénombre de l'écran chasse devant elle une raie blanche qui, se superposant avec la raie blanche de la pénombre du corps éloigné, la *renforce*. A ce moment les deux pénombres sont bordées l'une de jaune-rouge foncé, l'autre de bleu, et séparées par la raie blanche du milieu. En continuant le mouvement, les pénombres se resserrent, la raie blanche finit par rester seule, le jaune et le bleu s'étant fondus ensemble. Comme l'écran tenu devant l'œil a, à proprement parler, autant de pénombres qu'il y a de milieux à l'éclairer sur son bord, il est manifeste que si on regarde une tour éclairée des deux côtés, l'écran poussera devant lui deux raies, l'une lumineuse et l'autre obscure, ou plus généralement de la couleur, de l'éclat, de la teinte du corps opaque et du fond sur lequel il se détache. C'est ce qui complète l'explication des faits d'observation dont nous avons parlé à la fin de l'article 1<sup>er</sup>.

ARTICLE 4.

*De l'Irradiation.*

---

On a déjà beaucoup écrit et longuement disserté sur le phénomène de l'irradiation. Dans un très beau Mémoire sur la matière, M. PLATEAU en a exposé avec beaucoup de soin la partie historique, et nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer à ce consciencieux travail. Nous ajouterons seulement que, si la doctrine qui rapporte l'irradiation à la même cause que la Vision confuse n'est pas nouvelle, puisqu'elle remonte jusqu'à KÉPLER, celle qu'a si habilement défendue M. PLATEAU et qu'il a même faite sienne par la forme vraiment scientifique qu'il lui a donnée, cette doctrine, dis-je, est également plus ancienne qu'il ne le croit, puisque SCHEINER, avant DESCARTES, l'avait proposée dans son *Oculus, seu fundamentum opticum* (1), et qu'elle a été encore plus nettement formulée dans une lettre du père P. CASTELLI, écrite en 1630 (2).

Nous définirons, avec M. PLATEAU, l'irradiation en disant que : « C'est le phénomène en vertu duquel » un objet lumineux, environné d'un espace obscur, » paraît plus ou moins amplifié. On cite ordinairement pour exemple, continue l'auteur, l'apparence » que manifeste la lune lorsqu'elle se montre sous la » forme d'un croissant, et laisse distinguer en même » temps le reste de son disque faiblement éclairé par » la lumière cendrée. Le contour extérieur de la portion lumineuse semble présenter alors une forte

(1) 1619. in-4° p. 232.

(2) *Opere* di G. GALILEI. Ed. fiorentina, 1852. t. IX. p. 206

» saillie sur la portion obscure ; en d'autres termes  
» le croissant paraît faire partie d'un disque très sen-  
» siblement plus grand que celui auquel appartient le  
» reste de l'astre.

» Cet empiétement apparent du bord d'un objet  
» lumineux sur l'espace obscur qui l'entoure , entraîne  
» une illusion opposée pour un objet obscur projeté  
» sur un champ lumineux. Les dimensions de cet objet  
» paraissent diminuées ; car alors l'irradiation pro-  
» duite le long de son contour par le champ lumi-  
» neux environnant , s'étend au - dedans de ce con-  
» tour (1).

Il semble , d'après cette définition , qu'il doit être facile de s'entendre sur ce qu'on doit appeler irradiation , et cependant si nous demandons : Cet effet, en vertu duquel les myopes voient dix lunes , dix soleils , dix chandelles, là où les bonnes vues ne voient qu'un seul de ces objets lumineux , est - ce de l'irradiation ? Non , répondront ceux qui , avec M PLATEAU , admettent que les yeux de *conformation normale* ont la faculté de *s'accommoder aux différentes distances des objets* (2). C'est une anomalie , un vice organique : de sorte que nous autres myopes nous ne connaîtrions pas , à proprement parler , l'irradiation , mais seulement la Vision confuse. Cependant , d'où vient que les meilleures vues ne peuvent distinguer les phases de Vénus , ni dédoubler une étoile double , ni lire à toutes les distances ? N'est-ce pas la même cause qui fait que la lune , dans son croissant , présente à l'œil du myope un disque presque rond ; que des flammes , distantes souvent de plusieurs centimètres , se confondent , à son œil , à une distance de quelques mètres , et qu'il ne peut lire des caractères même très gros d'aussi loin que les presbytes ? Si tous les myopes voient plus ou moins *multiplés* les objets placés à des distances plus grandes que leur Vision distincte , pourquoi voulez-vous que ce soit une anomalie , et que pour les meilleures vues, lorsqu'elles

(1) *Mémoire sur l'irradiation*, pag. 3-4.

(2) *Ibid.* page 8.

ne voient plus que confusément les objets éloignés, il n'y ait d'autre effet que l'irradiation ? Mais prenez des lunettes de presbytes, regardez de loin une chandelle, surtout à travers une fente horizontale, et vous la verrez multiple. Vous verrez également multiples la lune, le soleil et tous les objets lumineux éloignés. Or, ce n'est pas le verre interposé entre l'œil et l'objet qui le multiplie ainsi. Qui plus est, n'est-il pas prouvé que les meilleures vues ne peuvent pas toujours amener sur la rétine le foyer des pinceaux lumineux ? Comment, en effet, expliquer qu'en regardant à travers une carte percée de plusieurs trous d'épingle, tous les yeux voient les objets multiples, en deçà ou au-delà des distances qui constituent ce qu'on appelle les limites de la Vision distincte, ou, si vous l'aimez mieux, de la Vision *parfaite* ? N'est-ce pas là-dessus qu'est fondé l'optomètre emprunté par YOUNG aux expériences de SCHEINER et de LA HIRE ? En deçà ou au-delà de ces limites, qui subsistent toujours, même en admettant que certaines vues peuvent les écarter, l'œil ne peut donc amener sur la rétine le foyer des pinceaux lumineux ? Mais en regardant par un simple trou d'épingle, le myope lui-même voit distinctement à différentes distances les objets lumineux. Faut-il admettre qu'il a par cela seul changé le point de concours des rayons, et qu'il y a un foyer différent correspondant à chaque ouverture de la pupille ? N'est-il pas préférable de penser que le myopisme n'est que l'exagération d'un défaut commun à tous les yeux, défaut que cette exagération même est très propre à mettre en évidence ? Une théorie générale de la Vision doit expliquer les phénomènes de la vue des myopes et des presbytes, comme ceux de la vue ordinaire ; car les uns et les autres sont dans la nature.

Nous dirons donc que l'irradiation nous semble n'avoir d'autre cause que la dilatation de l'image de l'objet lumineux qui naît de ce fait que, pour des distances très petites ou très grandes, non-seulement les rayons partis d'un même point de l'objet ne vont pas concourir en un seul point sur la rétine, mais de plus qu'ils se divisent en faisceaux *distincts* qui *multiplient*

chaque point de cet objet. En effet, l'apparence qui résulte au fond de l'œil de ce défaut de concours, ne peut être complètement expliquée, ni par les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité dans l'hypothèse de l'ajustement, ni simplement par la théorie des pénombres ou des *cercles de dissipation*. Il faut y joindre l'existence d'un réseau oculaire qui multiplie les images. La superposition partielle de ces images donne généralement plus d'intensité à l'image *centrale* qui souvent est seule *sensible*. Mais quand l'objet est très lumineux, les images latérales impressionnent assez vivement la rétine pour être presque aussi perceptibles que l'image centrale, surtout quand elles se *détachent* sur le fond de l'œil plongé dans l'obscurité. Le contraste ajoute à ce qui leur manque d'intensité.

Il résulterait de notre explication que les images de tous les objets, vus dans les circonstances définies, devraient empiéter les unes sur les autres : en un mot *s'irradier*. Cela est très vrai, en effet ; mais l'irradiation la plus forte masque la plus faible : une flamme déborde sur un rectangle de papier blanc, celui-ci empiète sur un fond gris et ce dernier sur un fond noir. Cachez à votre œil la flamme par un corps noir, le papier blanc va s'étendre aussitôt de ce côté comme de l'autre. Ce n'est pas l'écran bien évidemment qui crée cette irradiation ; il ne fait que la rendre *sensible*.

Qui peut douter que les étoiles, en plein midi, ne nous envoient leurs lumières et que *physiquement* parlant, leurs images ne se peignent sur la rétine. Mais *physiologiquement*, elles n'y existent pas, à moins que descendant au fond d'un puits (1), nous ne cachions à l'œil la plus grande partie de la voûte éclairée du ciel qui illumine trop fortement toute la rétine. C'est pour cela aussi que nous voyons bien plus distinctement à travers un long tube qui empêche d'arriver à l'œil les radiations étrangères à l'objet qu'on regarde. Nous pouvons, par un semblable artifice, faire apparaître les images *multiples* d'un objet peu éclairé.

(1) Voir, sur ce fait d'observation encore contesté, le *Cosmos* de M. DE HUMBOLDT, tom. III. p. 62-292.

Mettons devant la prunelle un écran de un à deux millimètres, qui interceptera les rayons centraux, lesquels forment l'image *sensible* d'un objet éloigné, aussitôt nous verrons apparaître deux images de cet objet des deux côtés de cet écran, images d'autant plus écartées l'une de l'autre que l'objet sera plus loin ou l'écran plus gros. Est-ce que ce serait par hasard l'écran qui produirait ces images? Autant dire que c'est la nuit ou le puits où l'on descend pendant le jour, qui crée les images des étoiles. Les rayons qui les forment ne pénétraient-ils pas auparavant dans l'œil? Auraient-ils été déviés? Aucune de ces suppositions n'est admissible. D'autant plus que lorsqu'on fait l'expérience avec un objet très lumineux, comme la flamme d'une chandelle, on reconnaît très nettement, en faisant passer graduellement l'écran de haut en bas ou de bas en haut devant la pupille, de manière à couvrir successivement la lumière dans toute sa hauteur, que cet écran ne fait que *diviser* l'image amplifiée, sans écarter les deux bords qui continuent de *limiter* les deux images latérales. On peut d'ailleurs s'assurer, dans le cas d'un objet opaque ou peu lumineux, que les deux images extrêmes ne dépassent jamais le *champ irradié* dans lequel on peut *faire naître* une image de l'objet, en passant, devant l'œil immobile, un écran large, qui masque successivement toute l'ouverture de la pupille. Ce champ, d'ailleurs, est facile à reconnaître à l'*interférence* des deux pénombres de l'objet et de l'écran.

Les théories qui font dériver l'irradiation uniquement de l'aberration de réfrangibilité ou des conditions *ordinairement assignées* à la Vision confuse, sont impuissantes à expliquer certaines irradiations, comme celles de la lune et des flammes. En effet, le disque irradié de la lune, aux meilleures vues, quoique son diamètre, estimé à l'œil nu, soit notablement plus grand que mesuré à la lunette, ne présente cependant ni pénombre, ni coloration sensible sur les bords. Ce fait que JURIN est forcé de reconnaître, l'embarrasse beaucoup dans l'application de son ingénieuse théorie des *cercles de dissipation*. Après avoir décrit l'apparence

que doit présenter un disque ou un hémisphère également éclairé, en le supposant vu d'une distance plus grande que celle de la Vision distincte, auquel cas il doit apparaître sous la forme d'un disque lumineux plus étroit entouré d'une large couronne demi-lumineuse, il ajoute : « C'est un fait certain que la lune » ne donne pas tous ces phénomènes. Le milieu n'en » paraît pas plus brillant que le bord : au contraire, » le bord de la lune, sur une largeur de un à deux » pouces, paraît aussi brillant et même plus que le » milieu. » Pour expliquer ce fait, sans abandonner sa théorie, il est conduit à admettre : « ou bien que » le milieu de la lune est naturellement plus obscur, » à cause du plus grand nombre d'enfoncements ou » de mers ; ou bien encore que, quand bien même » les cavités vers les bords seraient en même propor- » tion qu'au milieu, la partie extérieure devrait paraître » plus brillante ; car la mer qui est au milieu est di- » rectement exposée à l'œil, tandis que sur les bords » elle serait en grande partie cachée par les monta- » gnes. » Malheureusement, pour l'explication de JURIN, cette mer n'existe pas à la surface de la lune. Il faut donc reconnaître que la théorie des pénombres est ici insuffisante. Mais si l'irradiation lunaire a lieu par multiplicité d'images, lesquelles ont sensiblement la même intensité, comme celle des flammes vues à travers un réseau de trous d'épingle, toute difficulté est levée. Il en est de même de cette autre question que se pose JURIN : « Pourquoi les anciens qui obser- » vaient sans lunettes n'ont-ils pas jugé le diamètre » apparent de la lune plus grand qu'il ne l'est, bien » qu'en apparence il soit de 36' au lieu de 32' » ? Il en fait un résultat d'habitude, ou il suppose assez singulièrement que : « dans leur vieillesse ils ont cor- » rigé les mesures du jeune âge (1). » Mais il lui suffisait de remarquer que les anciens astronomes observaient avec des pinnules par de petits trous (2) qui

(1) JURIN. *Essai sur la Vision distincte* (optique de SMITH), n<sup>o</sup> 44-48.

(2) Voir DELAMBRE : *Hist. de l'Astron. au moyen-âge*, p. 201.

dissipaient l'irradiation, comme quand nous regardons à travers un trou d'épingle (1).

Ainsi donc sans nier l'effet des pénombres que doivent *physiquement* produire les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité des lentilles oculaires, même en supposant l'œil ajusté ; tout en reconnaissant avec JURIN qu'il doit se former d'autres pénombres lumineuses et obscures à des distances plus petites ou plus grandes que celle de la Vision distincte ; tout en admettant même, avec M. PLATEAU, la théorie qui explique si bien les *images secondaires*, je soutiens que dans le phénomène d'irradiation proprement dit la cause principale est due au *débordement* des images multiples des objets lumineux sur celles des objets moins lumineux ou plus obscurs : que l'irradiation par conséquent *n'a pas lieu à la distance de la Vision distincte*, quand on fait abstraction des aberrations de sphéricité et de réfrangibilité, peu *sensibles* pour les objets très lumineux, mais qu'elle a toujours lieu aux distances plus grandes ou *plus petites* que la Vision distincte. C'est sur ce dernier point que je suis, quant aux faits, en contradiction avec M. PLATEAU. Le principe fondamental, en effet, de la théorie de l'illustre physicien est que la quantité absolue de l'irradiation, c'est-à-dire, que la largeur de la couronne radieuse, qui entoure, *au fond de l'œil*, la vraie image, est toujours de même largeur pour la même vue et le même objet, lorsqu'on ne fait varier que la distance ; d'où il s'ensuit, comme conséquence nécessaire, que la grandeur que nous lui attribuons est toujours proportionnelle à la distance qui existe ou paraît exister entre l'objet et nos yeux.

Avant de discuter cette proposition *en fait*, je lui

(1) C'est ce fait de l'amplification *uniforme* du disque de la lune à l'horizon, disque épanoui sur lequel les *mêmes taches* se reproduisaient sur les bords qu'au centre, que GALILÉE invoquait pour rapporter la cause de cette irradiation à la réfraction de la lumière à travers l'atmosphère vaporeuse plus épaisse à l'horizon qu'au zénith.

VOIR GALILÉE, *Il saggiatore*, édition de Milan, tome VI, page 530.

ferai, *en principe*, une objection que je m'étonne que personne, à ma connaissance du moins, n'ait encore soulevée : est-il rationnel d'admettre, d'une part, pour expliquer les *images secondaires*, que la rétine impressionnée en un point par le *rouge*, vibre tout autour, comme si elle était frappée par la couleur *verte* complémentaire, et pareillement pour expliquer le *contraste* des couleurs, rapprochées dans le temps ou dans l'espace, d'admettre que le *blanc* jette du noir sur le noir et le noir du blanc sur le blanc, toujours par une suite de cette communication sympathique des vibrations ; et, d'autre part, pour expliquer l'irradiation, de supposer que la rétine, ébranlée en un point par une radiation lumineuse, propage tout autour le *même* mouvement vibratoire : de sorte que le blanc rapproché du noir, ne jette plus sur lui du noir, *par contraste*, ou impression secondaire, mais du blanc, comme si cette portion de la rétine recevait directement l'impression de la blancheur ?

Mais laissons là la question purement théorique. Venons aux faits. Je suis surpris que M. PLATEAU, observateur si habile et si consciencieux, n'ait pas parlé de l'irradiation qui a lieu à une distance plus petite que celle de la Vision distincte. Il y a cependant une expérience très simple, rappelée, du moins en partie, par M. PLATEAU lui-même ; qui établit très nettement l'irradiation pour ce dernier cas, et qui pour ma vue, comme pour celles de plusieurs autres personnes que j'ai consultées, montre qu'il n'y a pas d'irradiation *sensible* à la distance où l'on voit le plus distinctement.

Si on met, en travers devant la flamme d'une chandelle un corps opaque, moins large que la flamme n'est haute, par exemple, la lame d'un couteau, un bâton, un porte-plume, etc., en le tenant d'abord à une distance de ce corps opaque, telle qu'on puisse le voir très distinctement dans toute la longueur qui ne se projette pas sur la flamme, on reconnaîtra également que cette dernière partie n'est point *entamée* par la lumière de la chandelle, bien que cette lumière déborde en dessus et en dessous. Les deux arêtes supé-

rieures et inférieures m'ont toujours paru alors parfaitement rectilignes. Mais si on l'éloigne, non pas à une grande distance, mais pour nous autres myopes, à une distance *un tant soit peu plus grande* que celle de la Vision distincte, aussitôt la lumière de la flamme fera dans le corps opaque une double échancrure, en dessus et en dessous, d'autant plus profonde qu'on s'éloignera davantage. Pour des distances considérables, 4 ou 5 mètres pour mon œil, le corps opaque se perdra complètement dans la flamme qui paraîtra l'avoir coupé en deux, en passant par devant. Ce n'est pas tout, et c'est cette partie du phénomène, dont ne parle point M. PLATEAU, et sur laquelle j'insiste, parce qu'elle me paraît détruire son principe; si on revient à la distance de la Vision distincte et qu'on se rapproche du corps opaque, *deux semblables échancrures* vont apparaître, et elles seront *d'autant plus grandes qu'on s'approchera* davantage.

On peut observer le même phénomène en plaçant un cordon noir perpendiculairement sur des bandes parallèles de papier blanc collées sur un fond obscur. En partant de la distance de la Vision distincte, soit qu'on s'éloigne, soit *qu'on s'approche*, on verra le papier blanc *entamer* les deux côtés du cordon noir, au point de finir par le couper entièrement. Si le cordon est oblique aux bandes, il produira un effet très curieux de *colonne torse*. Une épingle noire, mise partie sur un fond blanc, partie sur un fond obscur, permet de constater très facilement cet effet pour de très petites distances. On observera, en outre, les phénomènes de coloration dont nous avons parlé.

Il est donc bien certain que, pour les myopes, il n'y a d'irradiation sensible que pour les distances plus grandes ou plus petites que celle de la Vision distincte. Il ne faut pas s'étonner que les bonnes vues en jugent autrement. Les deux limites de la Vision distincte sont pour celles-ci fort éloignées. Il leur est beaucoup plus difficile d'estimer la position précise où les pinceaux lumineux vont se réunir exactement en un point sur la rétine pour constituer une image parfaite. La *souplesse de leur iris* leur permet d'accommo-

der leur œil à des distances très différentes, de manière à voir assez distinctement, sans cependant détruire toute irradiation ; ce qui ne peut avoir lieu, dans la direction des axes optiques du moins, que pour une distance rigoureusement déterminée. C'est le contraire pour les myopes. Il n'y a pour eux, en général, qu'une seule position d'où ils voient distinctement les objets, et ce doit être celle qui répond au cas où les faisceaux lumineux ont leur foyer sur la rétine. Voilà pourquoi ils n'observent pas alors d'irradiation. Mais enfin rigoureusement, même au foyer *moyen*, à la ligne de séparation d'un fond lumineux et d'un fond obscur, il y aura une très faible irradiation produite par le défaut d'achromatisme de l'œil.

Voilà tout ce qu'il nous est permis d'accorder à M. PLATEAU.

Il est un autre principe que l'illustre physicien a toujours opposé aux autres théories sur l'irradiation, et qu'il énonce ainsi : « Lorsque deux objets d'un » éclat égal se touchent, l'irradiation est nulle pour » chacun d'entr'eux au point ou à la ligne de con- » tact. » Nous avons répété les expériences de M. PLATEAU. Mais notre myopisme change complètement les apparences. Notre œil, multiplie immédiatement une ligne noire qui sépare deux fonds blancs. Nous avons cependant constaté, en faisant l'expérience sur la figure 4 du mémoire sur l'irradiation (voir figure 8), que la *pénombre obscure* de la ligne noire *achf*, quoique tout-à-fait *insensible* à l'œil nu s'étendait aussi loin dans le rectangle *shdp* que la *pénombre blanche*, très *sensible* de *abcq*, sur le rectangle noir *bgdc*. Car en passant un écran devant l'œil, dans le sens de *dhg*, le phénomène, que nous avons appelé *interférence des pénombres*, commençait sur une même ligne parallèle à *mqn*. Au moment où la pénombre de l'écran rencontrait la pénombre blanche de *nbcq*, projetée sur *bgdc*, et chassait devant elle une *raie noire* vers *bc*, elle rencontrait aussi la pénombre obscure de la ligne noire *achf*, projetée sur *shdp*, qu'elle rendait *sensible* par la *raie blanche* qu'elle poussait vers *sh* en *rassemblant* cette pénombre. Nous regrettons que M. PLA-

TEAU n'ait pas cherché à vérifier son principe sur *deux corps lumineux par eux-mêmes*, comme les deux flammes de deux bougies. Il aurait, je crois, reconnu avec nous que le rapprochement de ces deux corps ne *retranchait* rien de leur irradiation individuelle. En plaçant les deux flammes très près l'une de l'autre et puis m'en éloignant graduellement, chacune d'elles s'irradie absolument comme si elle était seule. Elles ne tardent pas à se confondre à l'œil nu, par suite de la superposition des irradiations ; mais en passant une carte devant la pupille, il m'est facile de reconnaître *la limite de chaque irradiation*, car il est remarquable que, dans cette expérience de l'écran, les flammes irradiées se comportent comme si elles étaient complètement séparées. En mesurant le diamètre apparent des flammes au moyen de deux écrans mobiles que j'amenais à raser les deux bords, tandis que mon œil était dans une position fixe par derrière, j'ai toujours constaté que, pour une même distance, l'ouverture des écrans restait la même, soit que les flammes fussent *en contact, superposées* en partie, ou très éloignées l'une de l'autre.

Plusieurs observateurs ont obtenu des effets très sensibles d'irradiation en prenant, même avec d'assez bons instruments, les diamètres d'un même objet alternativement obscur et éclairé. LE GENTIL, dans un Mémoire à ce sujet, rapporte qu'il a mesuré le diamètre de la boule qui surmonte le *Dôme des Invalides*, d'une maison située rue des Postes, et dans deux circonstances différentes : 1° Quand cette boule était éclairée par le soleil ; 2° Quand elle se projetait sur le disque du même astre. Or, bien qu'il se servit d'une lunette de 7 pieds, il a trouvé le premier diamètre notablement plus grand que le second (1). Mais il reste, pour moi, fort douteux que l'*oculaire*, dans le second cas, fut disposé de manière que l'image de la boule ait pu être amenée à la distance de la Vision distincte. N'a-t-on pas vu, même avec des lunettes astronomi-

(1) Mémoire de l'Acad. des sciences, année 1784.

ques , une étoile sur le disque de la lune ? (1) Et cela venait de ce que l'observateur n'avait pas adapté l'instrument à la distance de la *Vision parfaite*, bien que la Vision fût suffisamment *distincte*. Il est, d'ailleurs, évident que lorsqu'on vise ainsi simultanément deux objets très *inégalement éloignés*, comme ici la boule et le soleil, la lune et une étoile, il est impossible d'accommoder l'instrument de manière à les voir tous les deux à la fois avec une parfaite netteté. Je crois que, dans ces deux cas, l'oculaire était ajusté pour voir le plus distinctement possible l'objet le plus éloigné : le soleil et l'étoile. Il en résultait que les images de la boule et de la lune étaient alors à une distance de l'œil *plus petite* que celle de la Vision distincte. Le soleil débordait donc tout autour du disque de la boule qui devait paraître moindre, comme dans l'expérience du bâton tenu devant une flamme. La lune, au contraire, dont la lumière avait plus d'éclat que celle du ciel, irradiait un certain espace autour d'elle, et cet espace embrassait l'étoile. Enfin, en admettant, dans l'expérience de LE GENTIL, que l'ajustement de l'oculaire fût le même dans les deux observations, il resterait toujours l'effet de l'*irradiation chromatique* (2), en vertu de laquelle l'objet noir ou obscur projeté sur fond lumineux doit paraître plus éloigné et plus petit. La théorie de M. DOVE sert à expliquer, ainsi que nous l'avons déjà dit, ces cas *extrêmes* d'irradiation.

Sauf ce qui regarde les deux points que nous venons de discuter, toutes les autres propositions établies par M. PLATEAU s'accordent parfaitement avec notre explication. Il en est même encore ainsi de l'effet produit par les lentilles convergentes et divergentes, effet que, de son propre aveu, il n'a pu encore expliquer d'une manière satisfaisante :

« L'irradiation, dit M. PLATEAU, est modifiée quand

(1) Observations de FEUILLÉE et de LA HIRE (*Histoire de l'Acad. des sciences*, 1699).

(2) Et peut-être l'effet d'une aberration propre due à l'imperfection de l'instrument.

on place une lentille devant l'œil : elle est *diminuée* par les lentilles convergentes et *augmentée* par les lentilles divergentes. »

« Cette action des lentilles paraît ne dépendre que » de leur distance focale, et non des courbures absolues de leurs surfaces : elle paraît d'autant plus » prononcée que la distance focale est plus courte. »

Que l'on veuille se rappeler notre hypothèse fondamentale sur la multiplicité des images que donne le même objet lumineux pour toutes les distances où la Vision, quoique *distincte*, n'est pas *parfaite*. Plus les images qui se forment sur la rétine seront grosses, plus elles se superposeront, et moins sera *relativement* grande la partie formant irradiation qui déborde l'image *centrale*, la plus vive, la seule bien *distincte*, quand l'objet n'est pas extrêmement lumineux. Or, les lentilles convergentes *grossissent* les objets, et les lentilles divergentes, au contraire, les *rapetissent*. De là, ce nous semble, l'explication très simple et très naturelle de l'effet observé. On a beau chercher à ajuster la lentille à la distance de la Vision distincte, il reste toujours une certaine *dissipation*, même en la supposant réduite aux aberrations de sphéricité et de réfrangibilité. Cette dissipation, d'autant *plus grande*, que le *foyer* de la lentille est *plus court*, empêche que les axes des faisceaux différents, partis d'un même point de l'objet visible et ayant traversé les diverses mailles du réseau oculaire, aillent concourir sur un même point de la rétine. Cela suffit pour expliquer la différence des deux lentilles. Le *cercle de dissipation* des images multiples d'un même point, conservant la même grandeur pour les objets visibles qui sont à la même distance, il est clair que les images *totales* se sépareront d'autant plus qu'elles seront plus petites. La partie commune de ces images étant moins grande, leur *dissipation* paraîtra plus considérable (1). C'est pour cela que, même avec une loupe, les longues vues voient moins distinctement que les myopes les images multiples des objets éloignés : les images leur

(1) Voir fig. 8 bis.

paraissant alors plus serrées et partant moins distinctes. La même cause nous servira tout-à-l'heure à expliquer pourquoi les myopes ne voient la flamme d'une bougie, à distance, sous *forme étoilée*, qu'en regardant à travers leurs lunettes à verres concaves.

Dans une lettre que M. PLATEAU nous a fait l'honneur de nous écrire, il propose d'expliquer l'influence des lentilles sur l'irradiation de la manière suivante ; « ce serait d'admettre, dit-il, que lorsqu'on regarde un » objet à travers une lentille convergente ou divergente , » de manière à le voir nettement, la distance à laquelle » l'œil rapporte l'objet n'est point celle de la Vision » distincte, mais bien celle à laquelle l'objet se trouve » réellement. Alors, en effet, la valeur absolue attribuée à l'irradiation sera diminuée dans le cas des » lentilles convergentes, et augmentée dans le cas » des lentilles divergentes, ainsi que je l'ai observé. »

Nous laissons aux physiciens à décider si notre explication ne serait pas plus rationnelle et plus conforme aux autres phénomènes de la Vision.

Dans un autre travail, M. PLATEAU avait fait la remarque que la Vision ne s'effectue pas d'une manière symétrique autour de l'axe. Il ne paraît pas avoir recherché s'il en était ainsi pour l'irradiation. Mais le fait est très sensible pour mes yeux. L'étendue de l'irradiation, pour mon œil droit, est plus grande à la droite de l'objet irradié qu'à la gauche, mais elle a moins d'*intensité* ; c'est le contraire, quoique l'effet soit moins prononcé, pour l'œil gauche. De plus, pour ce dernier, en faisant l'expérience du bâton tenu devant la flamme, j'ai reconnu que les deux *échancrures* n'étaient pas symétriques par rapport à l'axe horizontal du bâton. L'échancrure supérieure est sensiblement plus à droite que l'inférieure, comme l'indique la figure 9. La flamme irradiée elle-même a une forme elliptique, dont le grand axe est incliné de manière à passer à peu près par les deux points extrêmes des échancrures.

En terminant l'article de l'irradiation, nous dirons que, contrairement à l'opinion générale, nous croyons que ce phénomène n'est point étranger à l'agrandisse-

ment apparent de la lune et du soleil à l'horizon. Dans cette circonstance, en effet, le disque de l'astre étant moins brillant, nous pouvons le considérer avec une *pupille plus dilatée*, et par conséquent le nombre des images multiples qui se forment sur la rétine doit être plus considérable. Aussi, en faisant l'observation à travers une fente étroite, nous a-t-il semblé que nous pouvions compter plus de *lunes* à l'horizon que dans le méridien. Nous avons constaté, en outre, que le jugement que nous portions sur la distance de l'astre n'était pas la seule raison de son agrandissement apparent; car en regardant par-dessus un écran qui nous cachait les corps terrestres, la lune ne nous paraissait pas diminuée.

---

#### ARTICLE 5.

### *Forme étoilée des petits objets lumineux et phénomène de rayonnance.*

---

Pour quelques physiciens, et en particulier pour GALILÉE, l'irradiation avait un sens moins général et moins étendu que celui que nous y avons donné dans le chapitre précédent. Le plus souvent, GALILÉE désigne, sous le nom d'irradiation, cette couronne de rayons qui entoure les étoiles et les autres lumières de peu d'étendue, et qui les fait paraître beaucoup plus grands que si on voyait leurs tout petits corps dépouillés de ces rayons. Il n'admet pas que les grands luminaires, comme la lune et le soleil soient

susceptibles de présenter cette irradiation, et il attribue l'agrandissement apparent de ces derniers astres à la réfraction de leurs lumières à la surface convexe des vapeurs répandues à l'horizon. Il confond d'ailleurs ces rayons avec ceux que l'on observe autour des chandelles en fermant à demi les paupières, et il les explique par la réflexion des rayons directs sur les bords extrêmes de ces paupières (1).

Quant à nous, la forme rayonnante des étoiles et des petits corps lumineux nous paraît un cas particulier du phénomène général de la *multiplicité* des images, autrement dit de l'irradiation, telle que nous l'avons expliquée plus haut.

Nous ferons d'abord remarquer que la forme étoilée des petits objets lumineux n'apparaît qu'*au-delà de la distance* de la Vision distincte et qu'elle est dans un rapport tellement déterminé avec la grandeur de leur image sur la rétine à cette même distance que, du moment que cette grandeur dépasse une certaine limite, les objets quoiqu'irradiés de plus en plus, ne se présentent jamais sous forme d'étoile. A mon œil nu, la flamme d'une chandelle, d'une lampe ou d'un bec à gaz, de quelque distance que je la regarde, ne prend jamais cette apparence. Mais je la lui donne immédiatement en regardant de loin, avec mes lunettes de myopes. La forme étoilée des étoiles, même les plus brillantes, *n'existerait pas pour moi*, si je ne les avais jamais observées qu'à l'œil nu. Je ne distingue qu'un large espace *circulaire*, parsemé de points lumineux. Si je reçois sur une surface polie convexe, la lumière d'une chandelle, je verrai l'image de la flamme prendre la figure étoilée, dès que je m'éloignerai à une distance plus grande que celle de la Vision distincte. En rapprochant et en éloignant alternativement l'œil, je vois se raccourcir ou s'allonger ces rayons, comme *des jets de feu* qui partiraient du

(1) GALILÉE. *Opere*: tom. VI. p. 530. Ed. de Milan. Les opinions de GALILÉE sur l'*Irradiation* ont un peu varié. Voir tom. V. p. 227. t. VII. pag. 120 et suivantes, t. XI. p. 206, tom XII. page 123-168.

centre de l'image, réduite sensiblement à un petit cercle lumineux. En regardant avec une loupe capable de donner à la flamme réfléchie les mêmes dimensions que si je la voyais distinctement à l'œil nu, je ne puis plus, à aucune distance, lui faire prendre la forme étoilée.

En plaçant sur un fond noir de petits cercles ou de petits triangles de papier blanc, dont la plus grande largeur soit de un à deux millimètres, il est facile d'analyser le phénomène de l'étoilement. Si je pars de la Vision distincte en éloignant, puis rapprochant brusquement l'œil, je vois de petits points blancs *s'éparpiller* dans divers sens, du centre à la circonférence d'un certain cercle, formé par l'image irradiée de chacun de ces petits morceaux de papier, et après cet éparpillement, se réunir de nouveau au centre par un mouvement contraire. On reconnaît facilement que cette apparence est produite par l'image du petit objet qui est unique à la distance de la Vision distincte par suite de la superposition des images multiples, mais qui à une distance plus grande se dédouble en autant de sens qu'il y a de rayons dans l'étoile. Nous avons déjà expliqué cet effet. Les images multiples de l'objet étant très petites, leur séparation a lieu pour le moindre éloignement au-delà de la distance de la Vision distincte. En s'étendant sur des circonférences de plus en plus grandes, autour de l'image centrale, elles se dispersent de plus en plus : d'abord elles sont moins séparées sur *les rayons* que sur *les circonférences*, et tant que l'image centrale, n'est pas entièrement dédoublée, le rayonnement continue et la forme étoilée se maintient. Mais lorsque toutes les images sont *dispersées*, on n'aperçoit plus qu'un spectre arrondi, présentant autant de points lumineux qu'il y a de *mailles* dans le réseau oculaire.

Si on regarde l'apparence étoilée à travers une petite fente, on reconnaît très distinctement les petits objets lumineux *alignés* et presque assez séparés dans le sens de la fente pour qu'on puisse les compter. Le phénomène est très net et très tranché, lorsqu'on éclaire un trou d'épingle, percé dans une carte, en mettant

une bougie en avant et observant par derrière le petit disque lumineux. On forme ainsi très facilement une petite étoile artificielle qui se prête, on ne peut mieux, à l'analyse. En l'observant à travers la fente étroite, dans différentes directions, on voit toujours une série de petits cercles lumineux. Mais dans toutes les directions cette série n'a ni la même longueur ni la même intensité. Pour mes yeux, la ligne des spectres est plus longue dans le *sens vertical* que dans le *sens horizontal*, et il y a trois ou quatre directions où il me semble que la lumière est plus vive. Aussi la figure étoilée, que je vois le plus habituellement, a des rayons supérieurs et inférieurs plus longs que les rayons transversaux, à peu près comme dans la fig. 10.

Lorsque toutes les images sont dispersées, leur ensemble forme une ellipse, dont le grand axe est à peu près vertical, quoiqu'un peu incliné de dehors en dedans, plus pour l'œil gauche que pour l'œil droit. Les deux moitiés de l'ellipse ne sont pas également claires. Pour mon œil droit, la moitié gauche est plus obscure; c'est le contraire pour l'œil gauche. Les figures d'ailleurs ne sont pas parfaitement semblables, et elles changent suivant le degré de fatigue de l'œil, l'humidité qui le couvre et les autres circonstances qui font varier le réseau oculaire. L'œil gauche plus faible et un peu plus myope exige de plus petits objets pour leur donner la forme rayonnante. Quand les images sont complètement séparées, j'observe toujours un point noir au milieu de l'image centrale (Voir fig. 11).

Les points lumineux se multiplient et se dispersent ainsi, en prenant, mais moins sensiblement, la forme étoilée, à des distances plus petites que celle de la Vision distincte. Pour ce dernier cas, c'est dans le *sens transversal* que l'apparence irradiée s'étend davantage (fig. 12). De très près on ne voit plus qu'un disque presque circulaire figurant un réseau, et dont nous parlerons plus loin.

Thomas YOUNG (1) avait observé une partie des phé-

(1) *Transact. philosophiques*, 1801, Mém. cité. — Voir aussi un Mém. de FLIEDNER : *Ann. POGGEND.* Mars 1852. — Voir aussi le Mémoire de M. STURM, t. XX, p. 764-766 des Comptes-rendus. — Voir à l'Appendice, n° 9.

nomènes que présentent les points lumineux ; mais comme il n'y attachait pas une grande importance , il ne nous semble pas qu'il les ait décrits avec beaucoup de soin, ou du moins il ne les a pas vus comme ils nous apparaissent.

HASSENFRATS (1) , dans un Mémoire spécialement consacré à cette question , attribue la forme étoilée des petits objets lumineux à la forme ellipsoïdale plus ou moins régulière du cristallin. Il est évident pour nous , que non - seulement le cristallin , mais tous les milieux réfringents, modifiant par leur configuration la forme des surfaces caustiques engendrées par les intersections consécutives des rayons réfractés, doivent être pris en considération concurremment avec le réseau oculaire. Ainsi, c'est la nature des caustiques qui détermine la figure allongée dans le sens vertical ou transversal du spectre irradié d'un point lumineux suivant sa distance (2).

Il faut aussi probablement tenir grand compte de la disposition *rayonnante* des fibres du nerf optique qui, d'après les observations de DUGÈS , s'étendraient du centre à la circonférence, *sans ramification*. Les fibres seraient alors beaucoup plus serrées au centre de la rétine qu'à la périphérie. On comprend donc que, dans le faisceau de lumière *épanoui*, la sensation ne se faisant que sur *ces rayons* nerveux, il y aurait naturellement des *lacunes* d'autant plus grandes qu'on s'éloignerait plus du centre.

« M. DUGÈS , en effet, a suivi sur les oiseaux et » même chez l'homme, des filaments en grand nombre qui partant du nerf optique se portaient en divergeant , *sans division ni anastomoses*, vers la » circonférence de la membrane, et pénétraient même

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXII, p. 5 à 24. — *Journal de Physique*, tom. XLIX, p. 324.

(2) Mon œil, constitué à peu près comme celui de M. AIRY, m'a permis de vérifier l'explication donnée par M. STURM, de l'apparence produite par un très petit point lumineux, vu d'un peu plus près ou d'un peu plus loin que la distance de la Vision distincte, ainsi l'inégale irradiation de deux lignes, l'une verticale, l'autre horizontale.

« jusqu'à la face postérieure de la capsule cristalline.  
» Cette disposition des filaments doit faire compren-  
» dre qu'ils sont *plus nombreux* et *plus rapprochés*  
» vers le fond de l'œil que partout ailleurs. (1). »

Il est d'autres rayons qui apparaissent dans d'autres circonstances et qui sont dus à une autre cause : ce sont ces jets si prolongés et de lumière si vive, que l'on voit non-seulement autour des flammes, mais autour de tous les objets vivement éclairés, quand on ferme à demi les paupières. Les deux rayons principaux sont toujours dirigés perpendiculairement aux deux paupières, et en suivent le mouvement, comme l'avait déjà fort bien observé GALILÉE. Il les expliquait par la réflexion des rayons directs qui se fait sur les bords humides des paupières (2). ROHAULT a développé cette explication, qui a été réfutée par BRIGGS et LA HIRE. Ces deux derniers ont supposé que c'était un effet de la réfraction de la lumière sur cette même humidité, qui borde intérieurement les paupières. J'ai vérifié leur hypothèse par une expérience directe. J'ai rapproché deux lames de verre D et E, comme l'indique la figure 13, et j'ai garni les deux extrémités de la gouttière rectangulaire, qu'elles formaient ainsi, d'un peu de cire. Puis, versant de l'eau dans cette gouttière, en quantité telle qu'elle y formât un prisme C, dont la surface libre était cylindrico-concave, j'ai appliqué la lame de verre contre l'œil, en regardant la flamme d'une chandelle. Une partie des rayons était obligée de traverser ce prisme d'eau avant de pénétrer dans l'œil. J'ai aussitôt aperçu, *au-dessus* de la flamme, des jets de lumière analogues à ceux qui se forment sur la paupière inférieure. En plaçant la double lame dans la situation inverse, j'ai imité pareillement l'effet de la paupière supérieure. Il ne me reste donc plus aucun doute sur la vérité de cette ex-

(1) *Précis d'hist. natur.*, par MM. GILBERT, MARTIN et MARCHAL, tome II, page 144.

(2) GALILÉE. *Il saggiatore*, tome VI, page 533, édit. de Milan. Voir tome XII, page 123, où il émet aussi l'hypothèse d'une *réfraction* sur l'humidité qui couvre la *pupille*.

plication. Sans la présence des cils, on obtiendrait deux gerbes de lumière homogène, mais les cils divisent ces gerbes en traits plus ou moins déliés, parallèles ou divergents, selon la direction des cils. Ce qui le prouve, c'est qu'en inclinant la tête presque horizontalement, cette division, par jets distincts, cesse d'avoir lieu. Quant aux couleurs *rouge* et *bleue* qui bordent souvent les rayons lorsqu'ils sont divisés par les cils, c'est encore une preuve du chromatisme de l'œil : les cils produisent l'effet du réseau de dents de peigne mis au-devant de la pupille, quand les paupières sont largement ouvertes et que le regard est dirigé sur la flamme d'une chandelle. Il est une autre apparence que présentent ces mêmes rayons et que je n'ai vue décrite ni expliquée nulle part. Ils semblent divisés par une infinité de *raies perpendiculaires* à leur longueur et qui sont dans une agitation continuelle. On voit très souvent une foule de ces granules, dont nous parlerons bientôt, monter et descendre le long de ces rayons. C'est à la présence de ce réseau mobile que j'attribue le mouvement de trémulation des rayons, favorisé en outre par l'agitation convulsive des paupières contractées et par les *réflexions multiples* sur les bords de ces mêmes paupières.

J'avais d'abord supposé, avec GALILÉE et ROHAULT, que les rayons supérieurs et inférieurs étaient dus aux *réflexions multiples* sur les bords des paupières humides, et qu'ils étaient analogues à ceux qu'on observe en approchant très près de l'œil un corps un peu convexe, sur lequel se réfléchit une vive lumière. J'ai constaté depuis, par l'expérience que j'ai indiquée, qu'il y avait *réellement* un effet de *réfraction* ; mais il est très probable qu'une grande partie de la lumière qui forme ces rayons est *réfléchi* sur les paupières, avant d'être réfractée par l'humeur *lubréfiante*. C'est, je crois aussi, l'opinion de M. VALLÉE, à en juger du moins par l'extrait de son mémoire (13<sup>e</sup>), inséré aux *Comptes-rendus* de l'Académie des sciences, tome XXXV, page 679.

Outre ces deux systèmes de rayons principaux que nous venons d'expliquer, on en distingue encore assez

souvent quatre autres, dirigés transversalement, presque parallèlement aux paupières, moins vifs et moins longs que les premiers, mais qui présentent comme une série de spectres irisés, toujours parallèles à la flamme, qu'on regarde en clignant les yeux. On y voit très distinctement le rouge et le vert. Ces spectres sont rangés symétriquement des deux côtés de la pupille, le vert en dedans, le rouge en dehors, comme dans les phénomènes des stries, des couronnes ou des réseaux. Aussi la formation de ces rayons est-elle généralement attribuée à la même cause, c'est-à-dire aux interférences de la lumière qui traverse le réseau des cils avant de parvenir à l'œil. Cherchons à analyser le phénomène.

Je prends un cheveu, un poil de barbe ou une soie de porc, que je regarde d'un œil, en le tenant verticalement à la main, pendant qu'il est éclairé, de côté, par la lumière d'une bougie. A la distance de la Vision distincte, le cheveu me paraît une simple ligne lumineuse. Je le rapproche de l'œil, aussitôt il s'irradie, il se borde de deux raies rouges, avec une raie bleue au milieu. Plus près, les raies bleues se multiplient et sont séparées par des raies couleur de flamme qui les font pâlir. Enfin je ne distingue bientôt plus qu'un large ruban formé par une multitude de traits lumineux parallèles au cheveu et séparés les uns des autres par des raies obscures ou demi-lumineuses. Si j'approche cette sorte de réseau de la flamme, vue d'un peu loin, aussitôt que la pénombre du cheveu va raser le bord de la flamme, je vois se projeter sur le réseau apparent une série de spectres de la flamme où je distingue particulièrement le rouge et le vert. Bien que le premier bord de la pénombre qui interfère avec la flamme me semble avant le contact d'un rouge très vif, les spectres, une fois formés, présentent le vert en dedans et le rouge en dehors. Le rouge est toujours plus fortement accusé que le vert. Je puis compter quatre, cinq et quelquefois six de ces spectres. Leur grandeur apparente, de même que dans le phénomène des couronnes, augmente à mesure que je m'éloigne de la flamme. J'ai remarqué que je ne puis

nettement produire ce phénomène avec l'œil droit, qu'en plaçant le cheveu, près du nez, du côté interne de l'œil, et c'est alors seulement le bord de la flamme, à ma gauche, qui donne les spectres; c'est le contraire pour l'œil gauche. Lorsque le cheveu se projette sur la flamme, comme je distingue encore une partie du réseau, les spectres continuent de se former sur cette dernière partie. Si à ce moment je passe devant l'œil, du côté de la flamme, une carte pour cacher à mon œil une partie de la lumière de cette flamme, je vois *se projeter* sur l'écran des *spectres irisés* symétriques à ceux qui sont de l'autre côté. C'est l'éclat de la flamme sur laquelle ils se projetaient auparavant, qui empêchait de les distinguer. L'apparence est alors exactement la même que celle des couronnes ou des réseaux. Je puis les observer en même temps sur deux lumières rapprochées. Les spectres sont, en général, parallèles aux raies du réseau. En donnant au cheveu diverses directions par rapport à la flamme, le réseau qui s'étend toujours perpendiculairement à ce cheveu, change lui-même de direction; les spectres se produisent plus difficilement que quand le cheveu est maintenu dans un plan parallèle au plan vertical qui passe par l'œil et le bord de la flamme; mais cependant on peut encore les observer. Ils paraissent toujours sensiblement parallèles aux raies du réseau; mais j'ai reconnu cependant que souvent ils les *croisent*, comme dans les expériences avec un fil métallique décrites plus haut.

Quelle que soit la cause de ce phénomène, il est bien évident que chaque cil des paupières, placé dans le voisinage de la pupille, quand les paupières sont à demi-fermées, doit produire le même effet que le cheveu. Les cils, qui sont voisins et parallèles, répétant le phénomène, les spectres viennent se disposer sensiblement sur la même ligne; d'où il résulte qu'on ne voit en général que quatre séries, répondant aux deux rangées de cils de chaque côté des paupières.

Reste à expliquer le phénomène en lui-même. J'hésite ici beaucoup à le rapporter uniquement au défaut d'achromatisme de l'œil. Il est certain cependant qu'il

présente les plus grandes analogies avec ceux que nous avons obtenus par réflexion sur des cylindres infiniment plus gros que des cheveux, et que nous avons expliqués par la chromasie oculaire. Mais les spectres des réseaux ressemblent tellement aux spectres prismatiques que, dans le cas actuel, une certaine hésitation est permise.

Le plus ordinairement, on explique les couleurs brillantes, que donnent par réflexion les fils métalliques et les matières naturellement fibreuses, par l'existence de stries parallèles à leur longueur. Il en résulte un réseau analogue à celui qu'on forme en passant le doigt un peu gras à la surface du verre. Cette explication a été vérifiée directement sur les empreintes faites sur la cire par la nacre de perle. Faut-il admettre des stries semblables parallèles à la longueur, dans les cheveux, les poils, les crins, ou les supposer *multiplés*, comme on l'a fait pour les fils d'araignée, quand on a voulu rendre compte des couleurs qu'ils présentent? (1) Je ne crois pas que l'hypothèse serait fondée, d'autant plus qu'un fil de verre très fin produit les mêmes phénomènes. S'il y a ici stries ou réseau, le réseau n'est qu'*apparent*; il faut pouvoir transporter à cette apparence ce qu'on dirait d'un réseau réel.

Je ferai d'abord remarquer qu'il ne peut y avoir de doutes sur l'explication de la première partie du phénomène : la multiplicité apparente du cheveu et celle des raies diversement colorées qu'il présente. Cette première partie du phénomène est évidemment due à de la lumière irrégulièrement réfléchie ou diffusée, qui fait apparaître le cheveu sous forme d'une ligne lumineuse à la distance de la Vision distincte. Car il y a identité parfaite entre l'apparence du cheveu dans ce cas, et celle d'un fil blanc vu sur fond noir. Les spectres irisés, au contraire, me semblent dus à la lumière de la flamme régulièrement réfléchie. On ne

(1) Cours d'optique, professé au Collège de France par M. REGNAULT, 1842-43, sténographié et autographié par M. MARIE, 2<sup>e</sup> sem. page 75.

voit plus alors les images multiples du cheveu, mais des images multiples, excessivement étroites, de la flamme, et par conséquent dans les conditions les plus favorables pour se *chromatiser* dans l'œil. Si c'est un phénomène d'interférence, il faut admettre que les interférences ont lieu entre les rayons directs de la flamme et les rayons réfléchis par le cheveu : ou enfin, supposer que le *réseau apparent* produit exactement le même effet qu'un *réseau réel*. Cette dernière hypothèse me paraît la plus simple. Il semble évident, en effet, que l'œil serait affecté de la même façon, s'il y avait, à la distance de la Vision distincte, un *réseau réel dont l'image se superposât* sur celle du *réseau apparent*, et il semble également que la lumière directe de la flamme, en tombant sur ce réseau réel, devrait produire, pour l'œil, le même effet que sur l'apparence du réseau. Nous reviendrons sur cette idée, s'il se trouvait que notre première explication fût en défaut.

---

## ARTICLE 6.

### *Du Réseau oculaire.*

---

Une foule d'observateurs ont déjà fait connaître que les humeurs de l'œil n'étaient pas, tant s'en faut, d'une transparence et d'une homogénéité parfaite ; qu'une multitude de corpuscules, les uns flottants dans ces humeurs, soit par groupes, soit isolés, les autres invariablement fixés à la même place, en troublaient plus ou moins la diaphanéité ; que la rétine était ta-

pissée de vaisseaux sanguins dont les gonflements variqueux y produisaient parfois des taches opaques ; enfin, qu'il y avait même quelques artères, entr'autres celle de ZINN, qui traversaient l'humeur vitrée et venaient former à la face postérieure de la capsule du cristallin un *réseau très compliqué* (1).

Nous allons nous même ajouter quelques faits, que nous croyons nouveaux, à ces anciennes observations.

S'il existe dans l'œil, avons-nous pensé, un réseau tel que nous le supposions, on devra pouvoir le mettre en évidence absolument comme on le fait pour un écran percé de trous ou tout autre réseau, placé devant ou derrière l'objectif d'une chambre obscure. Or, on sait que quand un réseau, ainsi disposé, est éclairé par une chandelle, son spectre se peint sur l'écran de verre dépoli, si la lumière est à une distance beaucoup plus petite ou beaucoup plus grande que celle qui convient à la formation de l'image de la flamme. En effet, les pinceaux lumineux, qui ont traversé les diverses mailles du réseau et qui se réunissent au foyer, sont séparés s'ils rencontrent l'écran en deça ou au-delà. Seulement dans le premier cas, le spectre du réseau est droit, et dans le second, il est renversé. En outre, les fils de ce réseau, suivant leur grosseur, sont plus ou moins *frangés* de couleurs prismatiques, si l'objectif n'est pas achromatisé. Quand on est déjà au-delà du foyer, si on met une seconde lentille au devant de la première pour concentrer davantage les rayons, le spectre du réseau sera amplifié et les couleurs des franges seront encore plus belles. En éloignant ou en rapprochant plus ou moins la seconde lentille de la première, on observera tous les phénomènes que nous avons décrits plus haut (Article III, n° 7). J'ai procédé avec l'œil comme avec une chambre obscure.

En m'éloignant considérablement, pour mon œil, de la flamme d'une chandelle, au point qu'elle ne m'apparaissait plus que comme un cercle lumineux, divisé par une infinité de raies ou de taches obscures,

(1) Voir à l'Appendice n° 10, et CUVIER, *Anat. Comparée*, t. II, page 423.

je n'ai pas tardé à reconnaître, entre ces taches, une certaine liaison qui donnait à leur ensemble une sorte de figure très sensiblement réticulée. En plaçant devant mon œil une loupe, le réseau s'est très nettement dessiné et m'a présenté un spectacle très curieux, que je ne pouvais me lasser de contempler. Que l'on se figure une vingtaine de vaisseaux de directions sensiblement parallèles, quoiqu'un peu sinueux, entrecroisés par de nombreuses anastomoses, de manière à former un réseau d'une ou deux centaines de mailles : voilà ce que j'aperçois alors dans le champ de la Vision (Voir fig. 15.). Ce réseau, fils et mailles, est très vivement coloré, et en éloignant ou en rapprochant la lentille de l'œil, on peut reproduire des franges analogues à celles que l'on observe dans l'expérience de la chambre obscure rappelée plus haut.

Il est également très facile de voir le réseau oculaire en regardant de *très près* la flamme de la chandelle réfléchi sur une petite boule métallique polie. Mais, il va sans dire que le spectre paraît renversé, par cela même qu'il est droit dans l'œil.

La forme de ce réseau est constante, sensiblement la même pour les deux yeux. Elle n'a pas varié depuis plus de deux ans que je l'ai observée. Mais ce réseau principal n'est pas le seul qu'on distingue dans l'œil. En faisant l'expérience que nous venons de décrire, on découvre un grand nombre de *granules* arrondis, qui sont, pour la plupart, en mouvement continu dans le champ de la Vision, et qui se projetant sur le spectre *irradié* des flammes, en font beaucoup varier les apparences. En modifiant convenablement la distance, soit qu'on observe une lumière de très loin à l'œil nu, ou plus près avec une loupe, on distingue des granules plus petits que les autres, plus transparents, entourés le plus souvent d'anneaux irisés, qui se meuvent continuellement dans tous les sens et qui me semblent flotter dans l'humeur aqueuse. Le plus grand nombre de ces granules, très inégaux en grandeur, et qui ne paraissent pas situés sur un même plan, *oscillent* ou *circulent* dans tous les sens en *conservant sensiblement* leurs dispositions relatives. Mais

il y a d'autres agrégations de points différents, indépendants des premiers, qui traversent moins souvent le champ de la Vision. Ils ont été déjà très bien figurés par LA HIRE. C'est ce qu'on appelle depuis longtemps des *mouches volantes*. Elles fatiguent beaucoup la vue, lorsqu'involontairement notre attention vient à s'y fixer. Mais, de plus, il y a encore d'autres taches plus grosses et passagères, formées par des gouttes d'un liquide visqueux qui paraît mis en mouvement par les paupières. En clignant l'œil et relevant aussitôt la paupière supérieure, on voit un grand nombre de ces gouttelettes liquides, plus ou moins grosses, s'élaner à sa suite et traverser le champ de la Vision. Quelques-uns de ces globules s'arrêtent en route et se projettent comme des taches sur les objets lumineux, dès que ceux-ci sont un peu *irradiés*. Pour les faire disparaître, il faut que la paupière les chasse en bas : mais le plus souvent ils remontent aussitôt, ou sont remplacés par d'autres. Quand les yeux sont fatigués, le nombre de ces globules, qui se succèdent très rapidement, est si considérable, qu'ils envahissent la plus grande partie du champ de la Vision. On peut les observer aussi quand ils se projettent sur les petites lumières *irradiées*, vues de très près, et il est inutile de dire qu'ils paraissent alors descendre au lieu de monter. Suivant toutes les apparences, ces globules sont formés par l'humeur qui lubrifie les paupières et la cornée transparente. Peut-être même est-ce le liquide que WINSLOW faisait sortir par expression sous forme de *rosée* de sa cornée transparente en la comprimant (1).

Voici une expérience qui me semble établir que ces gouttelettes liquides partent de la paupière inférieure. En comprimant cette paupière contre le globe de l'œil avec le revers de l'index allongé transversalement, j'arrête presque complètement le passage de ces globules, malgré le clignement répété de la paupière supérieure. clignement, je le reconnais, devenu plus difficile qu'auparavant. Mais sitôt que je retire le doigt, le plus faible clignement fait se précipiter ces globules en abon-

(1) Mémoire de l'Académie des sciences, 1721.

dance sur la cornée. Ce liquide ne me paraît autre que celui des larmes. Le mouvement des gouttelettes de ce liquide, toujours dirigé *perpendiculairement* à la ligne qui va d'un angle à l'autre de l'œil, et de la paupière inférieure à la paupière supérieure, *dans toutes les positions* de la tête, me paraît bien difficile à expliquer. Je laisse le problème à résoudre aux physiologistes.

Outre ces points mobiles, on en remarque quelques-uns qui sont *fixes*, se projetant toujours à la même place sur les spectres irradiés des lumières, surtout quand on en *regarde de très près* les images, formées par réflexion sur une surface très convexe. Un certain nombre de ces derniers points me paraissent sur le même plan que le premier réseau que j'ai décrit. Il en est un que je distingue surtout dans le spectre de l'œil droit, précisément au centre, et si l'on devait attribuer le réseau oculaire aux vaisseaux sanguins qui, suivant certains auteurs, traversent le corps vitré, je croirais volontiers que cette tache centrale est *la base de l'artère de Zinn*.

Les granules, soit fixes, soit mobiles des humeurs de l'œil, de même que les fils opaques du réseau principal, sont bien loin de paraître uniformément opaques ou lumineux. Ils peuvent passer par toutes les couleurs de *l'arc-en-ciel*, suivant la distance de la lumière, et il arrive le plus souvent qu'un de ces gros globules, qui passent sur la cornée, est *rouge* dans une de ses moitiés et *bleu* dans l'autre, suivant sa position par rapport à l'axe de l'œil. Très souvent même, ces globules, ainsi que les granules plus intérieurs, donnent naissance à de *magnifiques anneaux colorés*. Il y a toutefois cette différence que le centre des granules internes est toujours lumineux, tandis que celui des globules externes, beaucoup plus gros est presque constamment opaque (1). Lorsque je regarde, le soir, d'un peu loin, dans les rues, les becs de gaz qui,

(1) Sauf le cas où je regarde de *très près* le spectre d'une flamme réfléchi sur une petite sphère, auquel cas le centre de ces anneaux est en général *lumineux*.

sous leur forme irradiée , me paraissent des disques ronds aussi gros au moins que le soleil , le spectacle de ces anneaux colorés , à plusieurs zones obscures et lumineuses , est quelque chose de fort curieux. Vénus qui, en ce moment (25 Décembre), me présente un disque irradié d'un diamètre apparent d'au moins 30' d'une couleur bleue pâle par contraste avec les becs de gaz , se couvre de semblables anneaux très distincts. On peut d'ailleurs reproduire ces anneaux colorés en mettant sur un verre une goutte d'encre de Chine , un grain de sable ou une goutte d'eau , et regardant à travers le spectre amplifié de la flamme d'une chandelle ou d'un bec de gaz, à l'œil nu , si on est myope, et à l'œil armé d'une loupe, si on est presbyte. Des fils noirs , des crins , des cheveux , dans les mêmes circonstances , donnent naissance à de très belles franges. En regardant de très près une flamme réfléchie sur un petit corps sphérique , le même effet se produit. Souvent , dans ces expériences , on voit les cils des paupières former ainsi de magnifiques franges irisées. Toutes ces apparences font mieux comprendre les changements que peut éprouver le spectre du réseau principal.

Le procédé qui me réussit le mieux pour observer les anneaux colorés que donnent les corpuscules des humeurs de l'œil quand ils sont éclairés par une lumière très irradiée, consiste à regarder les images du soleil réfléchies par les bords des objets arrondis ou par les ménisques concaves que forme l'eau contre les parois des vases. Rien de plus convenable pour cela que les petites *flaques* que laisse l'eau de mer dans le creux des rochers en se retirant , et que l'on domine du rivage. En jetant les yeux sur les surfaces ainsi éclairées , d'une distance beaucoup plus grande que celle de ma Vision distincte , je vois *une infinité de petites images* du soleil dispersées circulairement. Chaque corpuscule qui passe dans le champ de la Vision présente une série d'*anneaux, colorés des teintes du prisme* les plus vives , qui occupe presque toute l'étendue du spectre irradié. Quand ces corpuscules s'arrêtent , le phénomène devient persistant. Bien en-

tendu que chaque système d'anneaux colorés se répète sur chaque spectre solaire que l'œil découvre. Rien de plus curieux que le miroitement d'une foule de petites flaques d'eau, brillant ainsi, comme la queue d'un paon, de toutes les couleurs de l'iris. Lorsque le soleil m'apparaît de loin, à son lever ou à son coucher, à travers le feuillage d'un arbre, le même phénomène se reproduit.

Il est facile de reconnaître l'influence des taches mobiles, qui passent sur l'œil et des granules qui y flottent, sur la *multiplicité des images*. Il est clair, en effet, que chacun de ces points qui traverse le champ de la Vision y produit le même effet qu'un petit point noir ou un fil mis au-devant de la pupille. Il en résulte une nouvelle *division dans les images*. De là le spectacle souvent très mobile que présente une lumière irradiée. Cela est surtout sensible dans les *raies multiples* que l'on voit dans les fentes étroites ou sur les bords des objets tenus très près de l'œil. On s'aperçoit que le mouvement des paupières fait varier un peu l'apparence. En clignant fortement les yeux un peu humides de manière à augmenter le phénomène de la rayonnance, on distingue très bien, au milieu de ces larges rayons, les granules en agitation continuelle. Les plus gros se détachent en anneaux colorés, mais les plus petits, *en nombre incalculable*, ne forment que des raies mobiles dirigées transversalement aux rayons.

J'ai lu que quelques savants, entr'autres PURKINJE (1) et WHEATSTONE avaient observé quelque chose d'analogue à ce que j'appelle ici le *réseau oculaire*, en procédant d'une autre façon, et dans le but d'éclairer le fond de l'œil, pour en obtenir *par réflexion* une *image réelle*. J'avoue que soit défaut d'habileté, soit manque de renseignements suffisants, je n'ai pu reproduire leurs expériences. Ils attribuaient les figures arborisées qu'ils font ainsi apparaître à l'expansion des vaisseaux centraux de la rétine ou à celle des parties de la membrane qui sont couvertes par ces vaisseaux.

(1) Voir MULLER. *Physiologie*, t. II. page 342.

Je ne suis pas assez versé dans l'anatomie de l'œil pour être capable de comparer ce que j'ai observé avec ce qui existe dans l'organe ; mais bien certainement l'image qui se forme dans mon expérience est due à la *réfraction* et non à la *réflexion*. Elle n'a pas d'ailleurs ce caractère de *mobilité* que les autres observateurs assignent à leur apparence. Elle est parfaitement *fixe*. L'agitation de la lentille n'y change rien. J'ai répété une expérience indiquée par AIMÉ (1) et par quelques autres physiciens : « on reçoit sur un petit » trou d'épingle , sur une fente étroite ou sur une » lentille , la lumière du jour ou d'une chandelle. On » agite l'écran percé ou la lentille pour déplacer le » point lumineux. Aussitôt on aperçoit comme une » foule de *petits vaisseaux* accompagnés d'une quan- » tité innombrable de fines anastomoses. Leur cou- » leur est blanchâtre. » Mais je me suis assuré que ce n'était qu'une *apparence* qui variait suivant le sens du mouvement. Ces prétendus vaisseaux sont toujours dirigés perpendiculairement à la ligne suivant laquelle se fait l'oscillation de la petite ouverture. Ils se présentent comme des *lignes sinueuses* verticales si le mouvement d'oscillation est horizontal, et *vice versa*. Il en est de même pour toute autre direction de l'oscillation. Ce n'est qu'en agitant circulairement l'ouverture que l'on peut former des apparences de vaisseaux avec leurs anastomoses. Je crois que c'est une illusion de la vue produite par le mouvement même de l'écran. Ce phénomène , en effet , est intimement lié avec la durée de l'*impression visuelle*. Pour qu'il apparaisse , il faut que le mouvement soit assez rapide pour que l'image de l'ouverture de l'écran soit vue *simultanément* dans toute l'étendue de son trajet (2). Dans tous les cas, cette apparence est très distincte de celle que j'ai observée. La fixité de cette dernière , sa permanence, sa forme invariable , ses *traits bien autrement accusés*, ne permettent pas de la confondre.

(1) *Ann. de Physique et de Chimie* , t. 56. p. 108. ( Voir à l'Appendice.)

(2) Voir à l'Appendice n° 10.

J'ai cherché à voir directement dans l'œil le réseau dont l'expérience ci-dessus m'avait démontré l'existence. J'ai pris les yeux de veau, les plus frais que j'aie pu me procurer et que j'ai extraits moi-même de la tête avec beaucoup de précaution. En coupant transversalement par une section semi-circulaire les tuniques de l'œil, sans entamer le corps vitré, et entr'ouvrant ensuite la fente pour éclairer l'intérieur de l'œil d'un côté, tandis que je regardais de l'autre, j'ai très bien vu au fond un réseau vasculaire. Plusieurs branches me paraissaient flotter dans le corps vitré. Mais aussitôt que j'ai fait sortir par la fente cette humeur, le cristallin et les procès ciliaires, qui forment un tout intimement lié, je n'ai pu distinguer la moindre trace de vaisseau sanguin dans cette masse transparente. Le réseau vasculaire devenu alors beaucoup moins distinct, est resté adhérent à la rétine. Cependant, auparavant, il me semblait si bien être flottant, en partie du moins, dans l'humeur vitrée, que je croyais distinguer l'ombre portée de quelque branche veineuse ou artérielle sur la rétine. Il est possible, en effet, que quand le corps vitré se détache, les petits vaisseaux soient arrachés du milieu dans lequel ils flottent; ou que leur rupture, faisant épancher la faible quantité de sang qu'ils contiennent, ne permette plus de les distinguer. Au reste, c'est uniquement par curiosité que j'ai tenté l'expérience. Le résultat eût-il été tout autre, n'aurait eu aucune valeur auprès des hommes de l'art. Il y a de fort habiles anatomistes qui contestent même l'existence de l'artère de ZINN. M. RIBES assure n'avoir jamais vu le moindre petit vaisseau de la rétine aller au corps vitré et au cristallin (1). *Non nostrum.... tantas componere lites.*

Si le réseau que j'ai observé était réellement formé par les ramifications vasculaires de la rétine, il faudrait en conclure nécessairement, puisque son image est vue par réfraction, que c'est le choroïde et non la rétine qui est la membrane sensible ou le tableau sur lequel

(1) Mémoire de la Société Médicale d'Émulation, t. VIII, p. 631.

se font réellement les images par *impression*. Lorsque les différents rayons, partis d'un même point d'un objet, tomberaient dans la *même case* de cette sorte de damier, ils produiraient une impression unique, et par conséquent la sensation d'une seule image; dans le cas contraire, il y aurait autant d'images que de cases remplies par ces rayons. MARIOTTE aurait ainsi raison contre la plupart des physiciens et des physiologistes. Mais jusqu'à preuve positive plus ample, je crois pouvoir attribuer l'apparence, que j'ai décrite plus haut, à un réseau antérieur à la rétine, réseau probablement formé par les vaisseaux sanguins qui, après avoir traversé le corps vitré, viennent, d'après le plus grand nombre des anatomistes (1) tapisser la face postérieure de la capsule du cristallin. Car, enfin, si ce réseau existe, comment supposer qu'il ne se manifesterait pas dans les expériences que nous avons rapportées et où cependant se révèlent les plus *petits granules* qui traversent le champ de la Vision ?



(1) CUVIER. Anatom. comparée. tom. II. page 423.

## CONCLUSIONS.

---

1. — Il existe dans l'œil, normalement conformé, au milieu même des humeurs réfringentes qui le forment, un réseau vasculaire et une foule d'autres réseaux de corpuscules plus ou moins opaques, dont l'effet est de diviser en plusieurs faisceaux les rayons réfractés.

2. — Les lentilles oculaires : humeur aqueuse, cristallin et corps vitré, ne forment pas un système achromatique. Ce défaut est aussi sensible dans l'œil que dans tout autre instrument d'optique, non achromatisé et de mêmes dimensions.

3. — Il résulte du premier fait qu'en deçà et au delà de la distance de la Vision distincte, autrement dit du point de concours des faisceaux lumineux qui, partis d'un même point, ont traversé les différentes mailles des réseaux, il se forme sur la rétine des images multiples des objets.

4. — Cette conséquence de la constitution de l'œil est *manifeste chez tous les myopes*, et elle a été reconnue par un grand nombre d'observateurs. Les bonnes vues, par la contractilité de la pupille, peuvent remédier à ce défaut, beaucoup moins sensible chez elles, parce que leur cristallin est moins

convexe. Mais elles n'en sont pas tout-à-fait exemptes, et elles peuvent s'en assurer en prenant des lunettes de presbytes.

5. — Pour chaque œil, les images multiples du même objet se superposent plus ou moins, ou se séparent complètement, suivant la grandeur de l'ouverture de la pupille, la distance de l'objet à l'œil et la grandeur de cet objet.

6. — Habituellement, lorsque les objets ne sont pas très lumineux et que l'œil n'est pas myope, l'image *centrale*, sur laquelle une partie des autres se superpose, est de beaucoup la plus vive et la seule qui soit *perçue*. Les images latérales, qui sont notablement plus faibles, s'évanouissent ou bien ne laissent que de légères franges, sous forme de *bords multiples*.

C'est cette multiplicité des bords qui, suivant les individus, rend la Vision plus ou moins confuse.

7. — Mais lorsqu'un écran opaque, plus étroit que la pupille, arrête les rayons qui forment l'image centrale, les images latérales deviennent aussitôt visibles.

8. — Quand les objets sont très lumineux par rapport à l'espace qui les environne, la multiplicité des images, à des distances plus grandes ou plus petites que celle de la Vision distincte, est toujours très sensible pour toutes les vues. C'est cet effet qui produit l'*irradiation*. A ce point de vue, l'*irradiation* n'est que la *partie des images multiples latérales qui déborde l'image centrale*.

9. — L'*irradiation*, par conséquent, est d'autant plus grande que l'objet est plus lumineux, et d'autant plus petite qu'il l'est moins. Mais, il ne s'agit ici, comme pour la visibilité des objets, que d'un éclat relatif.

10. — La forme étoilée que prennent les petits objets très lumineux tient à ce que la petitesse de leurs images multiples leur permet de se séparer graduellement, en rayonnant dans certaines directions, à partir de l'image centrale. Comme la *dispersion des centres* des images ne dépend que de la distance de l'objet, plus chaque image sera petite, et plus la séparation sera prompte et facile. Il y a une *limite au*

*diamètre apparent* que doit avoir l'objet lumineux, à la distance de la Vision distincte, pour qu'il puisse paraître sous la forme étoilée à des distances plus considérables. S'il est plus grand, il ne présentera jamais cette forme à l'œil.

11. — Le défaut d'achromatisme de l'œil montre que les images multiples doivent être généralement bordées de couleurs prismatiques, et même que lorsqu'elles sont très petites, les couleurs du spectre y peuvent être complètement séparées. C'est là, suivant nous, la cause de beaucoup de phénomènes attribués à tort à la diffraction et aux interférences.

La valeur d'une hypothèse, en physique, doit s'estimer par sa fécondité, c'est-à-dire par la propriété qu'elle a d'expliquer rationnellement et de lier entr'eux, non-seulement les phénomènes pour lesquels elle a été faite, mais encore beaucoup d'autres qui en paraissent très éloignés. Sous ce rapport, la nôtre se recommande à l'attention des physiciens. Car, bien que nous ne l'ayons d'abord admise que pour nous rendre compte de la multiplicité d'images qu'un même objet présentait à notre œil de myope, elle nous a conduit à mettre en évidence, d'une manière plus simple qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, le défaut d'achromatisme de l'œil, et à expliquer l'irradiation, la rayonnance, la forme étoilée des petits objets lumineux, et, nous le croyons du moins, un grand nombre de phénomènes analogues à ceux des stries, des réseaux, des franges de diffraction, et confondus jusqu'ici avec ces derniers.

## FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.

*Vu et approuvé,*

Paris, le 3 Juillet 1854.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,

MILNE-EDWARDS.

*Permis d'imprimer,*

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE LA SEINE,

CAYX.

# **APPENDICE.**

# APPENDICE.

---

## Partie Historique.

---

### NOTES ET TEXTES A CONSULTER.

---

#### N° 1.

PYTHAGORE dit que le sens , en général , et en particulier la vue , est une vapeur extrêmement chaude. C'est pour cela qu'on dit que nous voyons à travers l'air et l'eau. Le chaud , en effet , peut résister au froid (son contraire) : tandis que si la vapeur , qui est dans les yeux , était froide , elle se dissiperait dans l'air qui serait son semblable. Il y a des endroits où il appelle les yeux les *portes du soleil*. Il professe la même doctrine sur l'ouïe et les autres sens.

DIOCRNE LAERCE , d'après Alexandre POLYHISTOR,  
liv. VIII. cap. 1. § 19. N° 29.

N° 2.

EXTRAIT DE LA LETTRE D'ÉPICURE A HÉRODOTE.

---

De tous les corps qui existent, il s'écoule continuellement certains types ou formes, de figures semblables à ces corps solides, mais surpassant beaucoup par leur ténuité les choses sensibles elles-mêmes..... Ces types sont ceux que nous appelons *Eidola* (images). Leur mouvement, qui se fait dans le vide, ne rencontrant aucune résistance, a une telle vélocité, qu'il parcourt toute longueur imaginable dans un temps inappréciable..... Il faut encore remarquer que ces images se forment en même temps que naît la pensée. Car il se fait continuellement des *écoulements* de la superficie des corps, lesquels ne sont pas (toujours) sensibles aux sens à cause de leur continuité même. Ces écoulements conservent long-temps la position relative et l'ordre des atomes, quoiqu'il y arrive quelquefois de la confusion.

D'ailleurs, ces assemblages se font promptement dans l'air, parce que ce sont des formes sans corps..... Rien de tout cela ne contredit le témoignage des sens, si on fait attention à la manière dont ces sens doivent être affectés pour qu'ils nous rapportent les impressions, qui nous sont *sympathiques*, des objets extérieurs. Il faut croire, en effet, que c'est par quelque chose, se glissant en nous, des objets extérieurs, que nous voyons les formes et que nous pensons. Car les choses du dehors ne nous révéleraient point leur propre nature, comme par exemple leur couleur, au moyen de l'air interposé entre elles et nous, ou par des rayons ou tout autre écoulement analogue qui irait de nous à ces objets, ainsi que cela peut se faire par certains types venant à nous des choses elles-mêmes; lesquels types étant semblables aux choses pour les couleurs et pour les formes, pénétrant suivant la proportion de leur grandeur et par un mouvement très rapide dans la vue ou dans la pensée. L'image (*phantasia*), que nous avons ainsi reçue par impression dans l'esprit ou dans les sens, de la forme ou des accidents, est bien la forme du solide (de l'objet réel)..... La fausseté et l'erreur est dans l'opinion qui s'y ajoute par suite d'un mouvement qui se fait en nous et s'unit à la notion de la vue. Il faut donc contenir l'opinion et empêcher que son intervention ne vienne tout troubler.

Il en est de même, ajoute EPICURE, de l'ouïe, qui se fait quand un écoulement vient du corps qui émet une parole, un son, un sifflement ou toute autre chose pouvant produire l'impression acoustique.... Il faut encore dire la même chose de l'odorat, à savoir : qu'il ne peut se produire en lui aucune impression, si ce n'est par le moyen de certains corpuscules qui sont emportés de la chose sentie elle-même, et qui ont une certaine grandeur convenablement proportionnée pour mouvoir ce sens. Aussi, parmi ces corpuscules, les uns produisent leur impression d'une manière confuse et antipathique, les autres tranquillement et sympathiquement.

DIOGÈNE LAERCE. liv. X. Epicure. — Nous avons traduit ce passage, très diversement interprété, en comparant les éditions de SCHNEIDER et de HUBNER.

---

### N° 3.

#### EXTRAITS DE LUCRÈCE.

---

#### De la nature des Choses.

---

Je dis que de la surface de tous les corps émanent des *effigies*, des *figures* déliées auxquelles conviennent les noms de *membrane* ou d'*écorce*, parce qu'elles ont la même apparence et la même forme que les corps dont elles s'échappent pour se répandre dans les airs.

L'esprit le moins pénétrant peut se convaincre de leur existence, puisqu'il y a un grand nombre de corps dont les émanations sont sensibles à l'œil. Dans les uns ce sont des parties détachées qui se répandent en tout sens, comme la fumée qui sort du bois, et la chaleur (vapeur) qui s'élance du feu. Dans les autres, c'est un tissu ourdi et serré, comme la vieille robe que la cigale dépose pendant l'été, la membrane dont le veau naissant se débarrasse, et la dépouille du serpent que nous voyons souvent flotter sur les buissons. Ces exemples vous prouvent que la surface de tous les corps doit envoyer de pareilles *images* quoique plus subtiles ; car il est impossible d'expliquer pourquoi ces effigies gros-

sières auraient plutôt lieu que celles dont la ténuité nous échappe, surtout la superficie de tous les corps étant garnie d'une multitude de corpuscules imperceptibles qui peuvent se détacher sans perdre leur ordre et leur forme primitive, et s'élançant avec d'autant plus de rapidité, qu'ils ont moins d'obstacles à vaincre, déliés comme ils sont, et placés à la surface.

En effet, nous voyons un grand nombre de particules se détacher non-seulement de l'intérieur des corps, mais de leur surface même, comme les couleurs (1). C'est l'effet que produisent les voiles jaunes, rouges et noirs suspendus par des poutres aux colonnes de nos théâtres et flottants au gré de l'air dans leur vaste enceinte. La scène en est frappée. Les sénateurs, les dames, les statues des dieux sont teints d'une lumière mobile, et cet agréable reflet a d'autant plus de charme pour les yeux, que le théâtre est plus exactement fermé et laisse moins d'accès au jour. Or, si les couleurs de ces toiles sont détachées de leurs superficies, tous les corps ne doivent-ils pas envoyer aussi des effigies déliées, puisque ces deux espèces d'émanations viennent de la surface ? Nous avons donc découvert la trace de ces *simulacres* qui volent dans l'air avec des contours si déliés, que pris séparément ils échappent à l'œil.

Si l'odeur, la chaleur, la fumée et les autres émanations de cette nature, se dispersent en se disséminant, c'est que détachées de l'intérieur même des corps, elles ne trouvent point de conduits en ligne droite, et se divisent dans les issues tortueuses par où elles s'ouvrent un passage : au lieu que la membrane délicate des couleurs, émanée de la surface, ne peut être déchirée par aucun obstacle.

Enfin, les simulacres que nous apercevons dans les miroirs, dans l'eau et dans tous les corps lisses, étant parfaitement semblables aux objets représentés, ne peuvent être formés que par les images mêmes de ces objets. Car, je le répète, pourquoi les effigies grossières des corps sensibles

(1) Il ne faut pas prendre à la lettre cette émanation *directe* des couleurs, qui dans le système d'ÉPICURE ne peut se faire sans qu'il s'y mêle des corpuscules de lumière. Aussi LUCRÈCE, dit-il ailleurs, liv. II. vers. 794 et 807 : *Les couleurs ne peuvent exister sans lumière.....* Elles dépendent de la chute des rayons et ne peuvent être produites sans lumière. (Voir VIRGILE, liv. VI.) *ubi cælum condidit umbræ Juppiter, et rebus nox abstulit atra colorem* (ÆN. lib. VI. vers. 271.—272). — *qualis enim cæcis poterit color esse tenebris, lumine qui mutatur in ipso, propterea quod rectè aut obliquè percussus luce refulget ?* (LUCRÈCE, liv. II. vers. 798—801).

auraient-elles plutôt lieu que celles dont la finesse nous échappe.

Tous les corps envoient donc des images similaires, qu'on ne peut apercevoir isolées, mais dont les émissions réfléchies et rassemblées par le moyen des miroirs frappent enfin nos organes. Sans cela, comment représenteraient-elles fidèlement la figure des objets?

Liv. IV. vers. 34-107, traduction de LAGRANGE. —  
Voyez aussi vers. 145-160.

Un seul instant voit naître une foule de ces simulacres, et rien n'égale la promptitude avec laquelle ils se forment. En effet, si le soleil doit dans un court intervalle de temps fournir un grand nombre de particules de lumière, pour en remplir tout l'espace sans interruption, il faut de même que les simulacres émanés du corps, dans un seul instant, se portent en foule en tous sens et de toutes parts, puisque de quelque côté que le miroir soit présenté, l'objet s'y voit sur le champ avec sa forme et sa couleur..... Voici une expérience qui vous convaincra de la vitesse avec laquelle se meuvent les simulacres : exposez à l'air une onde transparente, au même instant, si le ciel est parsemé d'étoiles, les flambeaux éclatants du monde viennent se peindre dans l'eau. Vous voyez donc combien peu de temps il faut à l'image pour se rendre des extrémités du monde à la surface de notre globe.

Ainsi, je le répète, vous êtes obligé de reconnaître ces émanations des simulacres qui frappent les yeux et produisent en nous la sensation de la vue. En effet, les odeurs ne sont que les émissions continuelles de certains corps. Le froid émane des fluides, la chaleur émane du soleil ; de la mer émane le sel rongeur qui mine les édifices construits sur ses rivages : mille sons de toute espèce volent sans cesse dans l'air : quand nous nous promenons sur les bords de l'Océan, nos palais sont affectés d'une saveur saline, et nous ne regardons jamais préparer l'absinthe sans en ressentir l'amertume ; tant il est vrai que tous les corps envoient continuellement des émanations de toute espèce qui se portent de tous côtés, sans jamais s'arrêter ni se tarir, puisqu'à chaque instant nous avons des sensations, puisqu'il nous est toujours possible de voir, d'odorier et d'entendre...

Liv. IV., vers. 160 — 230.

Voir l'explication qu'il donne de l'estimation des dis-

tances , de la formation des images , dans les miroirs , etc. , vers. 245 et suivants (1).

---

N° 4.

DOCTRINE D'EMPÉDOCLE.

---

EMPÉDOCLE dit que l'intérieur de la vue (œil) est de feu et d'eau, et que ce qui est autour est de la terre et de l'air. Ce qu'il y a dans la vue de plus subtil s'écoule au travers comme la lumière dans les lampes.... Or, les pores ou canaux sont les uns pour servir au feu, les autres à l'eau. C'est par ceux du feu qu'on distingue les objets blancs, et par ceux de l'eau les objets noirs. Car il faut qu'il y ait convenance entre les uns et les autres. Les couleurs sont apportées à l'œil par écoulement (des objets). Tous les yeux ne sont pas constitués semblablement, mais il y en a de deux organisations contraires. Pour les uns, le feu est au milieu d'eux, et pour les autres il est en dehors. C'est pour cela que parmi les animaux les uns ont la vue plus perçante le jour, les autres, la nuit. Ceux qui ont moins de feu voient mieux le jour, car le défaut de la lumière intérieure est compensé en eux par la lumière extérieure. Ceux, au contraire, qui en ont trop voient mieux la nuit. Les deux défauts contraires trouvent ainsi leurs remèdes contraires. Cela vient, en effet, dans les uns et dans les autres, de faiblesse de la vue. Là où le feu surabonde déjà, il y a nouveau surcroît le jour. Le feu envahit les conduits de l'eau et les obstrue. C'est le contraire la nuit pour ceux où l'eau domine; l'eau envahit les conduits du feu. Pour remédier à cela, il faut donc que, pour les uns, l'eau soit exclue par la lumière du dehors, et pour les autres, le feu par l'air. Car on sait que l'eau est le contraire de la flamme et l'air du feu. Les meilleures vues sont celles qui sont constituées par une égale proportion de feu et d'eau (2).

(1) Cette théorie de la Vision par émanation de *simulacres* ou images qui nous paraît, dans LUCRÈCE, si grossière et si ridicule, a été reprise par GASSENDI et exposée par lui d'une manière qui ne laisse pas d'être très spécieuse et très séduisante. (Voir GASSENDI, t. III., page 427 et suivantes.)

(2) THÉOPHRASTE, et son maître ARISTOTE, omettent un point important de la doctrine d'EMPÉDOCLE sur la Vision: le mélange des rayons *objectifs* et des rayons *visuels*. (Voir Ps. PLUTARCH. *De placitis philos.* lib. IV. — 13.)

DÉMOCRITE place la Vision dans l'apparence ou image (*emphase*); mais il la définit d'une manière particulière. Il dit que l'image ne vient pas tout droit se former sur la pupille, mais que l'air interposé entre l'œil et l'objet reçoit l'*empreinte* par suite de la compression exercée sur lui par l'objet et par l'œil; que de tous les objets il se fait un écoulement continu; que ce qui s'écoule étant solide et différent (de l'œil) par la couleur s'empreint sur les yeux humides; que ce qui est dense ne reçoit pas bien l'empreinte, et que ce qui est humide ne la conserve pas; qu'en conséquence les yeux humides valaient mieux pour voir que les yeux secs, pourvu qu'en eux la tunique externe fût aussi mince et aussi serrée que possible, mais que les tuniques du dedans fussent le plus spongieuses et vides de toute chair serrée et résistante, et même de toute humidité épaisse et grasse; que les veines, enfin, fussent, dans les yeux, droites et sans brouillard, de manière que le tout puisse bien se conformer aux types qui y sont reçus. Car chaque chose connaît surtout les choses de même nature qu'elle.

*Theophraste, de sensibus, d'après le texte de SCHNEIDER. Eclogæ Physicæ, p. 332 — 333.*

---

N° 5.

EXTRAITS DE PLATON.

---

SOCRATE : Essaie de me dire quelle est cette chose qu'on appelle figure?.....

MENON : Dis-le toi-même, SOCRATE.....

SOCRATE : Je dis, en général, de toute figure que c'est ce qui borne le solide; et, pour comprendre cette définition en deux mots, j'appelle figure la borne du solide.....

MENON : Et qu'est-ce que tu appelles couleur?.....

SOCRATE : Ne dites-vous pas, avec EMPÉDOCLE, qu'il y a des écoulements dans les corps?..... et que certains écoulements sont proportionnés à certains pores, au lieu que pour d'autres ils sont trop grands ou trop petits.

MENON : Cela est vrai.

SOCRATE : Reconnais-tu ce qu'on appelle la vue?

MENON : Oui.

SOCRATE : Cela posé, *comprends ce que je dis*, comme parle Pindare : La couleur n'est autre chose qu'un écoulement des figures proportionné à la vue et sensible..... Il serait aisé, sur cette réponse, d'expliquer ce que c'est que le son, l'odeur et beaucoup d'autres choses semblables.

PLATON, *Ménon*. Trad. de SCHWALBÉ, p. 394.

SOCRATE : Regarde autour de nous si aucun profane ne nous écoute: J'entends par-là ceux qui ne croient pas qu'il existe autre chose que ce qu'ils peuvent saisir à pleines mains, et qui ne mettent au rang de l'être, ni ce qui se fait, ni ce qui devient, ni rien d'invisible.

THÉÉTÈTE : Tu me parles là, SOCRATE, d'une espèce d'hommes durs et intraitables.

SOCRATE : Ils sont, en effet, bien grossiers, mon enfant. Mais les autres, en grand nombre, dont je vais te révéler les mystères, sont plus cultivés. Leur principe..... est que tout est mouvement dans l'univers, et qu'il n'y a rien autre chose. Il y a deux sortes de mouvements : chacun est infini en nombre, mais l'un est actif et l'autre passif. De leur concours et de leur frottement mutuel se forment des productions innombrables, et rangées sous deux classes, l'objet sensible et la sensation, laquelle coïncide toujours avec l'objet sensible et est engendrée en même temps. Les sensations sont connues sous le nom de vision ; d'audition, d'odorat, de goût, de toucher, de froid, de chaud, et encore de plaisir, de douleur, de désir, de crainte ; sans parler de bien d'autres, dont une infinité n'ont pas de nom et un très grand nombre en ont un. La classe des choses sensibles est produite avec chacune des sensations, comme les couleurs de toute espèce avec les visions de toute espèce, les sons divers avec les affections de l'ouïe, et les autres choses sensibles correspondantes aux autres sensations..... Cela veut dire que tout cela est en mouvement, et que ce mouvement est lent ou rapide ; que ce qui est lent exerce son mouvement dans le même lieu et sur les objets voisins ; qu'il produit de cette manière, et que ce qui est ainsi produit a plus de lenteur ; qu'au contraire ce qui est rapide, déployant son mouvement sur les objets éloignés, produit de cette manière, et que ce qui est ainsi produit a plus de vitesse, parce qu'il est transporté et que son mouvement consiste dans la translation. Lors donc que l'œil et un objet convenable se sont rapprochés et ont produit *la blancheur et la sensation correspondante*, qui n'auraient jamais été produites si l'œil était tombé sur un autre objet, ou réciproquement, alors ces

deux choses se mouvant dans l'espace intermédiaire, savoir : *le feu visuel en partant des yeux, et la blancheur en partant de l'objet qui produit la couleur* conjointement avec les yeux, l'œil se trouve rempli de feu visuel, il aperçoit et devient, non pas feu visuel, mais œil voyant : pareillement, l'objet concourant avec lui à la production de la couleur est rempli de blancheur, et devient non pas blancheur, mais blanc ; soit que ce qui reçoit la teinte de cette couleur soit du bois, de la pierre ou toute autre chose. Il faut se former la même idée de toutes les autres qualités, telles que le dur, le chaud et ainsi du reste, et concevoir que rien de tout cela n'est tel en soi..... mais que toutes les choses *si diverses naissent de leur rapprochement mutuel qui est une suite du mouvement.*

THÉÉTÈTE, page 33—35.

Dans le *sophiste*, on retrouve encore la théorie platonicienne sur la Vision, à propos des *images réfléchies*. PLATON y dit que l'image réfléchie a lieu : « quand la *lumière propre à l'organe de la vue* se réunissant sur une surface brillante et polie à *une lumière étrangère*, de manière à ne faire qu'un avec elle, y forme une image qui produit une impression contraire à l'impression ordinaire la Vision » (1).

Trad. de H. MARTIN, *Études sur le Timée*, tome II, p. 158. — Voir trad. de SCHWALBÉ, *Œuvres de PLATON*, 3<sup>e</sup> série, p. 363.

---

## N° 6.

### EXTRAITS D'ARISTOTE.

---

Il nous faut dire d'abord ce que c'est que la lumière. Il y a d'abord quelque chose de diaphane. J'appelle *Diaphane* ce qui fait voir, non par lui-même, mais par une couleur

(1) Suivant le *Timée*, quand on voit un objet dans un miroir, le feu intérieur et le feu extérieur n'ont pas primitivement des directions opposées suivant une même ligne droite, comme dans la Vision directe; mais tous deux se rencontrent en un même point de la surface du miroir qui les arrête et les force ainsi de se réunir ensemble, de manière à former un corps qui serve d'intermédiaire entre l'objet et l'âme.

H. MARTIN, tome II, page 164.

étrangère. De ce genre sont l'air, l'eau et plusieurs corps solides. L'air et l'eau, en effet, ne sont pas diaphanes en tant que air ou eau, mais parce qu'il y a en eux la même nature que dans le corps supérieur et éternel (qu'ARISTOTE nomme ailleurs l'*éther*). La lumière est l'action ou l'énergie du corps diaphane *en tant que* diaphane. Lorsque la diaphanéité (ou transparence) n'y est qu'*en puissance*, ce sont les ténèbres. La lumière est la couleur du diaphane quand en *entéléchie* (c'est-à-dire quand de fait, *actu*, par l'exercice *actuel* de sa faculté), il est rendu diaphane par le feu ou quelque corps semblable, tel que le corps supérieur (l'éther); car à celui-ci appartient quelque chose d'un et d'identique. Si quelqu'un demande maintenant qu'est-ce donc que le diaphane? Qu'est-ce que la lumière? Je dirai que ce n'est ni le feu, ni en aucune façon un corps, ni une émanation (ou écoulement) d'un corps, car ce serait un corps; mais c'est la *présence* (action présente actuelle) du feu ou de quelque chose dans ce qui est transparent. (Ce n'est pas un corps dans le diaphane), car il est impossible que deux corps soient en même temps dans le même espace (1).

La lumière est le contraire des ténèbres: mais les ténèbres ne sont que la privation de cette disposition qui rend le corps *actuellement* diaphane, de même que la présence de cette disposition est la lumière. Ce qui n'a pas encore la chaleur ou le son peut les recevoir. Il en est de même de la couleur.

C'est donc à tort qu'EMPÉDOCLE (2), ou tout autre qui l'a dit, prétend que la lumière, bien que transportée ou

(1) Il y aurait une contradiction trop choquante dans les idées chez ARISTOTE, si on prenait l'expression *présence du feu dans le diaphane*, pour le feu *présent* existant, *comme corps*, dans le diaphane. Cela veut dire le feu présent par son *action*, par la modification qu'il imprime au milieu, en un mot, par le mouvement qu'il y détermine. La lumière est l'entéléchie, l'*âme* du diaphane: c'est comme le feu du ciel pour la statue de PROMETHEE.

(2) EMPÉDOCLE admettait que la lumière mettait un *certain temps* à venir du soleil: « EMPÉDOCLE, qui prétend que la lumière et le rayon (visuel) est un corps, a dit que la lumière qui vient du soleil à l'hémisphère (éclairé), est dans l'air *plutôt* qu'elle n'est dans l'œil de l'homme..... et il pense que cela arrive très rationnellement, etc. »

interposée entre la terre et ce qui l'entoure, nous est cependant cachée. Cela, en effet, est logiquement contraire à la vérité et contraire aux phénomènes apparents. Car elle pourrait bien nous être cachée dans un petit intervalle, mais qu'elle nous soit cachée du levant au couchant, c'est ce qu'on ne peut accorder.

Ce qui est sans couleur (*achrome*) est susceptible de recevoir la couleur, de même que ce qui est *aphone* peut recevoir le son.

Achrome (ou sans couleur) est le diaphane, l'invisible ou ce qui est à peine visible, telles qu'apparaissent les ténèbres. Tel est, dis-je, le diaphane mais non pas quand il est diaphane en *entéléchie* (diaphane, *animé* en quelque sorte, c'est-à-dire manifestant, exerçant sa faculté de transparence), mais quand il est seulement diaphane *en puissance*; car la même nature peut être tantôt ténèbres et tantôt lumière.

Mais toutes choses ne peuvent être vues dans la lumière, il n'y a à être ainsi vues que les choses qui ont une couleur propre. Car il y a certaines choses qui ne sont pas vues dans la lumière, et qui dans les ténèbres font impression sur le sens. Telles sont les choses qui paraissent pleines de feu et jetant de l'éclat. Elles manquent d'un nom commun; ce sont, par exemple, la moisissure, la corne, la tête et les écailles de poissons, et les yeux; mais alors on ne leur distingue pas de couleur propre. Ce n'est pas ici le lieu de parler de la cause pour laquelle ces choses sont ainsi vues.

Il est donc maintenant évident que ce qui est visible dans la lumière, c'est la couleur, et que la couleur n'est pas visible sans lumière. Car il faut que la couleur elle-même  *motive*  ou détermine le diaphane à développer sa faculté; et (l'exercice de cette faculté)  *l'entéléchie (1) du diaphane, c'est la lumière.*  En voici une preuve évidente. Qu'on mette sur l'œil un corps ayant la couleur, on ne le verra pas. Mais

(1) Par *Entéléchie* (ce qui a en soi le principe de sa fin) ARISTOTELE entend toute réalité qui possède en soi le principe de son action et qui tend d'elle-même à sa fin. L'*Entéléchie* est opposée à la simple puissance, comme la forme à la matière, l'être au possible. C'est en ce sens qu'ARISTOTELE a dit que l'âme est l'*Entéléchie* de tout corps naturel qui possède la vie en puissance. Si donc la lumière est l'*Entéléchie* du diaphane, nous pouvons dire, en quelque sorte, qu'elle en est l'âme. Le transparent seulement  *en puissance* , c'est la statue de PROMETHEE avant le feu du ciel. Le transparent  *en acte* , c'est la statue animée.

que la couleur *meuve* (1) le diaphane, l'air par exemple, alors par l'intermédiaire de ce milieu, qui est continu, le *sensorium* sera remué. Car DÉMOCRITE ne dit pas bien lorsqu'il affirme que s'il n'y avait que le vide entre nous et les objets, nous verrions si parfaitement, que nous pourrions distinguer une fourmi dans le ciel. Cela ne peut être ainsi, car la vue est une affection du *sensorium* qui ne saurait être produite par l'objet lui-même; elle doit donc être l'effet d'un milieu interposé, sans la présence duquel, loin de voir plus distinctement dans le vide, nous ne verrions absolument rien.

Nous avons dit la raison pour laquelle la couleur n'était vue que dans la lumière. Quant au feu, il est vu à la fois dans les ténèbres et dans la lumière, et cela nécessairement, car le diaphane en puissance est rendu actuellement diaphane par le feu.

Du reste, c'est toujours par l'intermédiaire d'un milieu que nous éprouvons les sensations. Cela est évident pour le son et l'odeur. Le son se transmet par l'air, l'odeur par un milieu qui n'a pas encore de nom, de même que la lumière par le milieu diaphane. Il en est également ainsi, quoiqu'il soit plus difficile de le faire voir, du goût et du toucher. Toujours l'objet qui cause la sensation ébranle un milieu, et par ce milieu l'ébranlement arrive à l'organe. La sensation ne se produit jamais directement, et par le contact du corps senti avec l'organe du sens.

ARISTOTE, *De l'Ame*, liv. II, chap. VII.

(1) Les expressions de *Kinei*, *Kinésis*, meut, mouvement, ne doivent pas être prises à la lettre. Cela signifie seulement que la couleur ou lumière objective, produit dans le milieu diaphane, air, eau, etc., un changement, une modification qui le constitue diaphane en acte parfait (*Katà energeian*), d'où résulte la transmission de la lumière. Nous croyons cependant, malgré toute l'autorité que nous accordons à M. MARTIN (*Études sur le Timée*, t. II, p. 161), en ces matières, qu'ARISTOTE, sinon très explicitement, du moins implicitement, admettait que la lumière se transmet, par un mouvement intestin, du corps lumineux à l'œil; que ce mouvement n'est pas propre à l'air ou à l'eau, mais à l'éther (le corps supérieur et éternel) à qui seul appartient cette nature une et identique, constituant le vrai milieu diaphane, et dont participent, jusqu'à un certain point, l'air, l'eau et certains corps solides. C'est ainsi que l'ont compris les interprètes et les commentateurs les plus célèbres des *Traitéés physiques* d'ARISTOTE et, particulièrement, SIMPLICIUS et PHILOPON. Enfin, c'est le sens qu'un des plus grands adversaires du péripatétisme, GASSENDI, a également donné à la doctrine d'ARISTOTE sur la lumière. (Voir plus loin n° 7.)

Les philosophes cherchent à rapporter nos sens aux différents éléments comme causes des sensations. Mais comme il y a cinq sens et seulement quatre éléments, ils hésitent sur l'élément auquel ils doivent positivement rapporter le cinquième sens. Communément, ils attribuent la vue au feu, parce qu'ils ne savent comment expliquer autrement cette impression qu'on éprouve, lorsqu'en comprimant et frottant l'œil avec le doigt, on aperçoit un feu éclatant; or cela arrive même dans les ténèbres ou quand les paupières sont fermées, et dans ce dernier cas aussi, même dans les ténèbres. Il y a encore ici une autre difficulté. Car à moins de dire que ce que l'on voit peut être caché à qui le voit et le sent, il faut nécessairement que l'œil se voie lui-même. Mais pourquoi cela ne lui arrive-t-il pas quand il est en repos?

Voici comment résoudre ces difficultés et d'où vient que la vue paraît être de feu. Les corps luisants peuvent briller dans les ténèbres, mais non cependant produire la lumière. Or la partie de l'œil, appelée le noir et le milieu, paraît luisante. Cela se voit quand l'œil se meut, car alors il arrive en quelque sorte qu'il se fait deux choses d'une seule. C'est l'effet que produit la rapidité du mouvement, de façon qu'autre paraît être le voyant et la chose vue. Aussi cela ne se produit point, si le mouvement n'est pas rapide et s'il n'a lieu dans les ténèbres. Car le luisant brille naturellement dans les ténèbres, comme les têtes de certains poissons et l'encre de la Sèche. Lorsque l'œil se meut lentement, il n'arrive jamais qu'une même chose paraisse en même temps être deux choses, le voyant et le vu. C'est donc de la manière que nous venons de dire que l'œil se voit lui-même et comme par la réflexion. Mais si l'œil était de feu comme le dit EMPÉDOCLE et comme cela est écrit dans le TIMÉE; s'il arrivait que l'on vit à l'aide d'un feu sortant de l'œil, comme à l'aide de la lumière qui sort d'une lanterne, pourquoi l'œil ne verrait-il pas au milieu des ténèbres? Dire que cette lumière s'éteint en se répandant dans les ténèbres, comme TIMÉE l'affirme, c'est une raison tout à fait vide de sens. Car comment peut-il y avoir extinction de lumière? Le chaud et le sec s'éteignent bien dans le froid et l'humide, et tels paraissent être le feu et la flamme qui sont dans les charbons incandescents. Mais ni le chaud ni le sec ne paraissent appartenir à la lumière. S'ils s'y trouvent cependant et qu'à cause de leur tranquillité ils nous soient cachés, il faudrait que pendant le jour et par la pluie, la lumière s'éteignît, et que par les

temps de gelée nous eussions les plus profondes ténèbres. Car ce sont là les effets que subissent la flamme et les corps incandescents. Or, rien de semblable n'arrive.

EMPÉDOCLE semble avoir cru quelquefois, ainsi qu'il a été dit plus haut, que c'est à l'aide d'une lumière sortant de l'œil, que nous voyons, car il s'exprime ainsi

« De même que quelqu'un songeant à se mettre en route, »  
» au milieu d'une nuit d'hiver, prépare un flambeau, splen- »  
» deur d'un feu ardent, en le protégeant contre tous les »  
» vents par des membranes de vessie qui dispersent le souf- »  
» fle des vents impétueux, de façon que la lumière s'élan- »  
» çant au dehors, éclaire au loin ses pas de ses rayons in- »  
» flexibles, et d'autant plus qu'elle est plus répandue; ainsi, »  
» un feu antique protégé par des membranes, se répand à »  
» travers des voiles subtils, dans la ronde pupille. Ces voi- »  
» les écartent l'eau profonde qui coule tout autour, et le feu, »  
» s'élançant au dehors, va aussi loin qu'il peut s'étendre. »

Quelquefois donc, il nous dit que nous voyons ainsi, et d'autres fois que c'est par les écoulements ou émanations venant des choses vues (1).

DÉMOCRITE a raison en tant qu'il dit que l'œil est de l'eau; mais quand il pense que c'est par impression directe des images (*emphasis*) que se fait la Vision, il a tort. Car si les images se peignent dans l'œil, cela vient de ce qu'il est poli, et l'image (en tant qu'elle est en vue) n'est pas dans cet œil, mais dans celui qui la voit. C'est un effet de réflexion. Mais il ignorait encore totalement, à ce qu'il paraît, la différence de la Vision directe et de la Vision par réflexion. Il est cependant étrange qu'il ne se soit pas demandé pourquoi l'œil serait seul à voir, tandis qu'aucune des autres choses dans lesquelles se peignent les images ne voit aucunement. Que l'œil soit de l'eau, cela est vrai. Il n'arrive pas cependant qu'il voie parce qu'il est *eau*, mais parce qu'il est diaphane, ce qui lui est commun avec l'air. Mais l'eau est susceptible de mieux recevoir et de mieux conserver que l'air. C'est pourquoi la pupille et l'œil sont d'eau. Cela est évident par les faits mêmes. Ce qui s'écoule des yeux blessés est manifestement de l'eau. Dans les animaux tout nouveaux-nés les yeux brillent et reluisent considérablement. Le blanc des yeux dans les animaux qui ont du sang (animaux ver-

(1) ANISTOTE néglige de faire observer qu'EMPÉDOCLE fait concourir à la Vision les deux émissions de la lumière interne et de la lumière externe.

tébrés), est gras et onctueux (1) et cela afin que l'humeur de l'œil ne se gèle pas. Aussi de toutes les parties du corps, l'œil est-il la dernière à se geler. Jamais personne n'a eu froid à l'intérieur des paupières. Les animaux exangues (animaux sans vertèbres) ont les yeux à peau dure et cela leur fait un abri. (2)

Il est tout-à-fait absurde de soutenir que c'est par quelque chose sortant de l'œil que l'on voit, et que ce quelque chose s'étend jusqu'aux astres ou jusqu'à qu'il se soit uni à quelque chose venant à sa rencontre, comme quelques-uns le prétendent. Car il serait bien préférable de supposer que c'est dans l'œil même que se fait tout d'abord cette union. Mais cela même n'est qu'une niaiserie : car que veut dire cette union de la lumière à la lumière et comment pourrait-elle s'effectuer. En effet, la première chose venue ne s'unit pas à une autre, et comment ce qui est en dedans à ce qui est en dehors ? car il y a une membrane entre les deux.

Quant à ce qu'on ne puisse voir sans lumière, c'est ce qui a été dit ailleurs. Mais que ce soit ou la lumière ou l'air qui est le milieu entre l'œil et l'objet visible, en tous cas, c'est le *mouvement de ce milieu qui produit la Vision*. Il était donc très raisonnable que l'intérieur de l'œil fut d'eau, car l'eau est diaphane, et on ne voit pas plus au-dedans sans lumière qu'au dehors. Il fallait donc que l'œil fut transparent et que ce fut de l'eau, puisque ce n'est pas de l'air. Car ni l'âme, ni le *sensorium* de l'âme n'est à l'extrémité extérieure de l'œil, mais évidemment à l'intérieur. Il était donc nécessaire que le dedans de l'œil fut diaphane et susceptible de recevoir la lumière. Et c'est ce qui se voit encore manifestement par l'expérience journalière. Ceux qui dans un combat ont reçu, à la tempe, une blessure si profonde que les *poros* (3) de l'œil ont été coupés, se trouvent plongés dans les ténèbres comme si la lanterne qui les éclairait s'était éteinte, parce que le diaphane et ce qu'on

(1) Dans l'*Histoire des animaux*, liv. III, chap. 18, ARISTOTE revient sur cette observation. — Voir aussi PLINE, liv. XI. — HALLER, *physiolog.* I, p. 28. — GALIEN, *de usu partium-de decretis Hippoc.*

(2) ARISTOTE (*Histoire des Animaux*) distingue les animaux qui ont du sang (Mammifères, Oiseaux, Reptiles et Poissons) et les animaux qui n'ont pas de sang (Mollusques, Crustacés, Insectes, etc.)

(3) C'est l'expression (poroi) qu'emploie habituellement ARISTOTE pour désigner les *nerfs*.

appelle la pupille , qui étaient comme leur flambeau , leur ont été retranchés.

D'après cela, nous dirons, s'il faut définir chaque sens en le rapportant à un des éléments, que l'œil qui fait voir doit être rapporté à l'eau, l'ouïe à l'air, l'odorat au feu, le toucher à la terre, et aussi le goût qui n'est qu'une espèce de toucher (1).

ARISTOTE : *Des Sens*, chap. II.

Dans le chapitre III du même *Traité des Sens*, ARISTOTE ajoute quelque chose à ce qu'il a dit du diaphane et de la lumière, dans le *Traité de l'Ame* ; la lumière est la couleur du transparent par accident..... Ce que nous appelons diaphanéité (ou transparence) n'est propre exclusivement ni à l'air, ni à l'eau, ni à aucun élément, mais c'est une faculté et une nature qui leur est commune, qui n'est pas séparable, et qui est en eux plus ou moins grande. Mais il faut que chaque corps ait sa limite : il en est donc ainsi de la lumière. La nature de la lumière est indéfinie dans le diaphane. Il est évident, cependant, que la diaphanéité devait avoir sa limite dans les corps : cette limite est manifestement la couleur..... De même que dans l'air, il y a tantôt la lumière, tantôt les ténèbres ; ainsi dans les corps, il y a tantôt la blancheur et tantôt la noirceur..... Le mélange de ces deux couleurs en différentes proportions produit toutes les autres. Les mélanges, qui se font en nombres déterminés (rapports simples et commensurables) sont les plus agréables. Les couleurs incertaines sont celles qui viennent des mélanges en nombres incertains, c'est-à-dire dont le rapport est incommensurable..... Le soleil par lui-même est blanc, il est pourpre quand il est vu à travers le brouillard et la fumée. (Voir pour le développement de cette théorie le *Traité des couleurs*.) Il termine ce chapitre en répétant ce qu'il a dit dans le *Traité de l'âme* : « Quant à dire, avec les anciens, que les couleurs sont des écoulements et que c'est ainsi que l'on voit, c'est une chose absurde. Car il faudrait qu'ils eussent établi d'abord que nous sentons toute chose par le toucher. Une fois pour toutes, il vaut mieux convenir que la sensation naît du mouvement excité par le corps sensible dans le milieu intermédiaire, que de la rapporter au contact immédiat ou à une émission.

*Des Sens*, chap. III.

(1) La théorie des éléments est la base fondamentale de toute la physique des anciens.

ARISTOTE a eu quelques notions , quoique très vagues , de la myopie et de la presbytie.

Il y a deux espèces d'yeux : les yeux glauques ou verts , et les yeux noirs. EMPÉDOCLE suppose que les yeux glauques sont pleins de feu , et que les yeux noirs, au contraire, ont plus d'eau que de feu , en sorte que si les yeux glauques n'ont pas la vue perçante pendant le jour , c'est par suite du manque d'eau, et que si les autres ne voient pas la nuit, c'est par manque de feu. Mais en cela il se trompe , car l'œil est entièrement d'eau et ne contient pas de feu.

Lorsque j'ai traité des sens et de l'âme , j'ai établi que la cause de la sensation de la vue doit être rapportée à l'eau et non à l'air ni au feu. C'est à cela qu'il faut recourir pour expliquer la diversité des yeux. Les uns ont plus d'humidité qu'il ne faudrait , les autres en ont moins. Ceux qui ont beaucoup d'humeur sont noirs , parce que l'abondance de leur humeur fait qu'ils sont difficilement traversés par la lumière , tandis que les yeux glauques qui en ont moins sont plus facilement traversés. Sous ce rapport, on peut comparer la couleur des yeux à celle de la mer : aqueuse ( limpide , sans couleur ) , à une faible profondeur ; verte quand sa profondeur est plus grande, et noire ou bleuâtre au-dessus d'un gouffre profond. C'est cette inégale profondeur d'humeur aqueuse qui fait que les yeux glauques ne voient pas bien pendant le jour, et les noirs pendant la nuit.

Il y a deux maladies qui peuvent affecter la vue : la glaucomie et la nyctalopexie. La première, qui est produite par la rareté de l'humidité de l'œil , arrive le plus souvent aux vieillards. Car les yeux , comme tout le reste du corps , se dessèchent par la vieillesse. La nyctalopexie est due à une trop grande abondance d'humeur. C'est pourquoi cette maladie arrive plutôt aux jeunes gens. Car leur cerveau est trop humide. La meilleure vue est celle qui ne contient ni trop, ni trop peu d'humeur.

Mais il faut ajouter, à ces causes de diversité de la vue , la transparence plus ou moins grande de la peau qui recouvre l'humeur de la pupille ; elle doit être mince , polie , blanche.... Chez les vieillards , elle devient souvent rugueuse.

La clarté ou la pénétration de la vue est de deux espèces : quelques yeux voient bien certaines choses et non d'autres.... On dit de quelqu'un qu'il a la vue perçante , soit parce qu'il voit de très loin , soit qu'il distingue très bien les différentes choses qu'il voit ; *ce qui n'arrive à per-*

*sonne à la fois....* Celui qui se couvre l'œil de la main ou qui regarde à travers un tuyau, quoiqu'il ne jugé pas mieux des différences des couleurs, voit cependant de plus loin. C'est pour cela que, du fond des puits ou des fossés profonds, on voit quelquefois les étoiles en plein jour (1). Si un animal a les yeux bien abrités (profondément enfoncés dans les orbites), mais que l'humeur de la pupille ne soit pas pure et médiocrement appropriée à recevoir le mouvement extérieur, et que la peau qui recouvre la pupille n'ait pas une grande ténuité, il ne percevra pas parfaitement les différences de couleur, mais il pourra voir de loin, et même mieux de près que ceux qui ont, il est vrai, l'humeur de la pupille limpide avec une peau mince et pure pour la recouvrir, mais qui manquent totalement du sourcil qui domine par dessus les yeux. Quant à la cause qui fait voir distinctement, de façon à sentir toutes les différences de couleur, elle est dans l'œil même. Car ainsi que sur un vêtement très blanc on aperçoit la plus petite tache, de même dans un œil pur et limpide le plus petit mouvement (dans le diaphane) apparaît et affecte le sens. Mais la condition qui fait que l'on voit de loin et que le mouvement des choses éloignées arrive à l'œil, ne dépend que de la position de cet organe. Ceux qui ont les yeux proéminents, à fleur de tête, ont la vue courte. Ceux, au contraire, qui ont les yeux enfoncés profondément dans les orbites, aperçoivent les objets de loin, parce que le mouvement de la lumière ne se dissipe pas en se répandant sur une grande surface. Le passage se fait par un canal en ligne droite. Et pour que la vérité de cette explication subsiste, peu importe que la Vision se fasse par une émission de la vue, par une sortie de la lumière ou du feu intérieur, comme le veulent certains philosophes. Car s'il n'y a rien autour des yeux, il faut que la lumière émise par l'organe se dissipe et arrive en moindre quantité aux objets qu'on regarde. Et dans l'autre hypothèse, on voit de loin moins bien que l'on ne verrait en recevant tout le mouvement qui part des objets. Dans tous les cas, en effet, la *Vision* est *proportionnée au mouvement*. Aussi les objets éloignés se verraient-ils très bien si depuis l'œil on pouvait étendre un tuyau jusqu'à la chose à voir. Car à travers ce tuyau, le mouvement qui viendrait des choses (ou qui partirait de l'œil) ne se dissiperait pas. Mais, comme il est impossible

(1) Voir HUMBOLDT, *Cosmos*. III, pages 62 et 292.

qu'il en soit ainsi, il arrive du moins que plus ce tuyau s'étend et plus l'on voit de loin.

(ARISTOTE : *De la génération des animaux*, liv. V, c. I.)

Pourquoi le myope et le presbyte, qui ont tous deux la vue faible, ne peuvent-ils voir distinctement qu'autant que le premier rapproche beaucoup les objets et que le second les éloigne ? N'est-ce pas parce que la faiblesse de leur vue tient à des causes différentes ? Le vieillard qui ne peut voir parce que ses rayons visuels ne tombent pas avec accord (ne sont pas parallèles entr'eux), éloigne les objets pour mieux voir, parce que de loin les rayons viennent à l'œil avec plus d'accord (s'approchent davantage du parallélisme). Le myope voit bien l'objet, mais il ne peut en distinguer les creux et les reliefs, et il se trompe complètement sur tout cela. Or, comme c'est surtout par l'éclat que l'on juge des creux et des reliefs, et que le myope ne peut reconnaître de loin comment cet éclat affecte l'objet visible, il l'approche de lui pour le mieux distinguer.

ARIST. Probl. liv. XXI—26.

ARISTOTE explique la Vision double comme DESCARTES : « Pourquoi, par la distorsion des yeux, voit-on double ? N'est-ce pas parce que l'impression de l'objet ne se fait pas sur le même point dans chaque œil ? De sorte que l'âme croit voir double ce qu'elle croit voir deux fois. La même chose arrive lorsque nous touchons un objet en croisant les doigts. Nous sentons deux objets, parce que nous touchons deux fois le même objet. »

ARISTOTE, Probl. liv. XXXI—11.

---

## N° 7.

Pour compléter cette exposition de la doctrine d'ARISTOTE sur la lumière, nous croyons devoir y ajouter l'analyse qu'en ont faite KÉPLER et GASSENDI.

ANALYSE DE KÉPLER.

---

1. — La couleur est proprement et par elle-même le sujet de la Vision et elle a en soi la cause pour laquelle elle est visible.

2. — La lumière est l'acte du diaphane en tant que diaphane.

3. — C'est en quelque sorte la couleur propre du diaphane lui-même lorsqu'il est en réalité diaphane.

4. — La lumière n'est ni le feu, ni un corps, ni un écoulement d'un corps, mais c'est la présence du feu ou du *luisant* dans la diaphane.

5. — Cette présence (du feu) dans le corps est l'état ou la disposition en vertu de laquelle il est dit Diaphane.

6. — Et c'est en ce sens qu'il faut l'entendre pour que nous comprenions bien le reproche qu'ARISTOTE fait à EMPÉDOCLE d'avoir dit, que la lumière est portée et étendue en lignes droites entre la terre et ce ciel qui nous entoure et nous embrasse, bien que nous ne nous en apercevions pas.

7. — La même nature de corps est tantôt lumière et tantôt ténèbres.

8. — Et lorsque ce corps est seulement diaphane en puissance, alors les ténèbres y règnent.

9. — Ainsi c'est, non pas quand il est diaphane *en acte*, mais en puissance, qu'il est ténébreux et susceptible de recevoir les couleurs, puisque c'est seulement alors qu'il est sans couleur.

10. Il faut dire des choses qui sont à peine vues ce qu'on dit de celles qui ne sont pas vues du tout, à savoir : qu'elles sont susceptibles de recevoir la couleur.

11. — Il faut mettre ce qui est diaphane actuellement (*actu*) parmi les choses visibles, non en lui-même, mais par une couleur qui lui est étrangère et externe.

12. — La Vision se fait (ou le premier mouvement naturellement antérieur à la Vision que je préférerais appeler l'illumination de l'œil, *illustrationem oculi*), la Vision, dis-je, se fait suivant ce mode : la couleur *meut* ce qui est actuellement diaphane, comme l'air, par exemple, et ce diaphane ainsi *mis en mouvement*, étant un corps continu, meut à son tour l'organe de la vue, autrement dit l'œil.

**13.** — Il n'y a que cette seule espèce de Vision, quand la couleur est vue, à savoir dans la lumière, jamais séparément, parce que la lumière est *l'énergie* (l'acte par excellence (1)) du diaphane.

**14.** — La Vision se fait (le mouvement ou modification de l'organe qui est suivi de la Vision) lorsque l'organe du sens (*instrumentum sensorium*) éprouve une impression de la part du milieu.

**15.** — Car l'œil n'éprouve aucune impression (littéralement ne souffre rien), en d'autres termes les parois de l'œil ne sont ni mues ni altérées, par la couleur elle-même qui est vue.

**16.** — De sorte que si l'espace intermédiaire (entre l'œil et l'objet) était absolument vide de tout corps, on ne pourrait rien voir.

**17.** — Il y a analogie, en effet, entre la vue, l'ouïe, l'odorat, à raison du milieu. (De là, nécessité d'un milieu.)

**18.** — Mais il y a une autre espèce de Vision par laquelle nous voyons, non la couleur, mais les autres choses. C'est sous ce titre qu'il faut ranger cette chose, une et même qui est dans le feu et dans le soleil.

**19.** — Et toutes les choses ne sont pas vues dans la lumière; il y en a qui produisent la sensation dans les ténèbres, sensation nécessairement précédée du mouvement (ou modification) de l'organe.

**20.** — Le feu peut aussi rendre actuellement diaphane ce qui est diaphane en puissance.

**21.** — Et des choses qu'on distingue la nuit ou dans les ténèbres, il en est quelques-unes qui reluisent (seulement) parce qu'elles ne jettent pas de lumière.

Il résulte de là, dit KÉPLER, d'après ARISTOTE, que pour mouvoir l'organe de la Vision, deux mouvemens sont requis dans l'air ou tout autre corps de cette espèce (le milieu transparent), l'un venant de la lumière pour rendre

(1) ARISTOTE distingue non-seulement l'acte (la réalité) de la puissance (possibilité d'être), mais encore deux sortes d'actes. L'acte par excellence est l'acte pur, l'acte qui se suffit à lui-même dans son absolue simplicité: il l'appelle *energia*. L'acte imparfait est celui qui, parti d'un point dans le temps et l'espace, traverse un intermédiaire pour arriver à son but; sa condition est le changement: le passage d'un premier état à un second, de ce qui n'était pas encore à ce qui est. A cet acte, ARISTOTE a donné deux noms, celui de *Kinésis* (*motio*) par rapport aux mouvemens qu'il implique; d'*entelecheia* par rapport au but vers lequel il tend.

le milieu transparent *en acte* (l'illuminer en quelque sorte), mouvement qui suffit à lui seul pour voir un corps brillant ou lumineux par lui-même ; l'autre venant de la couleur de la chose vue , lequel suppose préalablement le premier.

KÉPLER : *ad Vitellionem*.

---

EXTRAITS DE GASSENDI.

---

L'objet de la vue n'est , à proprement parler , rien autre chose que la couleur. Car la lumière (*lux*) , qu'on a coutume d'y ajouter , est l'essence même de la couleur , et ne peut tomber sous la vue qu'avec l'apparence (*sub specie*) de la couleur. Il faut aussi supposer ici que le véritable organe de la vue est la tunique appelée *rétine* qui est au fond de l'œil , et sur laquelle s'étend le nerf optique sous la forme d'une demi-sphère. Quant à la lumière sans laquelle la couleur ne peut ni être comprise, ni être vue, nous dirons : Que dans le corps lumineux elle ne paraît être rien autre chose que des corpuscules extrêmement ténus , qui , ayant une certaine conformation en rapport avec l'objet , sont transportés à partir de cet objet avec une vitesse inimaginable , et reçus dans l'organe de la vue qu'ils sont capables de mouvoir lui-même , et que c'est ainsi qu'ils produisent la sensation dite Vision. J'appelle corps lumineux proprement dit , celui dans lequel la lumière est comme dans sa source , tels sont le soleil , les étoiles fixes , le feu , la flamme , etc. La lune et les autres planètes qui ne brillent que d'une lumière étrangère , ne sont pas tant des corps lumineux que des corps éclairés ou illuminés.... Presque tous les philosophes ont soutenu cette opinion qui attribue la Vision à une *effluxion* , écoulement ou émanation de quelque chose des corps lumineux. C'est la doctrine d'EM-PÉDOCLE , qui prétend que tous les milieux diaphanes ont des pores invisibles , mais cependant commensurables , par lesquels se fait , de l'objet à l'œil , le trajet de l'effluxion. C'est aussi , d'après PROCLUS , celle de PLATON et surtout celle de LEUCIPPE , DÉMOCRITE , EPICURE , LUCRÈCE..... ARISTOTE seul défend l'opinion contraire. La lumière, suivant lui , n'est ni le feu , ni un corps , ni un écoulement

d'aucun corps : il ajoute que l'eau et l'air ne sont pas diaphanes ou milieux de la lumière, en tant qu'air et eau, mais parce que tous les deux, aussi bien que le corps éternel et supérieur, possèdent la même nature, et c'est peut-être cette chose que STOBÉE, d'après ARISTOTE, appelle matière clarifiée, pure et sans mélange. (1) ARISTOTE, en effet, semblerait indiquer par le mot nature (*phusis*), non pas seulement une simple disposition ou qualité accidentelle de la matière, mais une différence substantielle et générique, qui conviendrait à l'air, à l'eau et au ciel, comme la nature *de la vie* convient à l'animal et à la plante. Quoi qu'il en soit, c'est cette nature, quelle qu'elle soit, qui est dans l'eau, l'air, le ciel, et n'est cependant ni l'air, ni l'eau, ni le ciel; c'est cette nature, dis-je, qui pour ARISTOTE est l'instrument par lequel le corps lumineux, placé au-delà, agit sur la vue, et c'est par ce milieu seulement que la vue perçoit la lumière.

ARISTOTE n'a pas exposé lui-même comment il conçoit que le corps lumineux, le soleil, par exemple, agit sur l'œil à travers tout l'espace interposé. Mais PHILOPONUS (2), d'après ses interprètes, a emprunté la comparaison d'une longue corde tendue qui, venant à être mise en mouvement par quelqu'un à l'une de ses extrémités, se meut au même instant tout entière, à cause de la continuité des parties. Il compare l'homme qui agite la corde au soleil, le milieu diaphane à la corde, et la lumière au mouvement de la corde. Il conçoit donc que le soleil meut le corps diaphane céleste qui lui est contigu, et qu'au même instant se meut tout le milieu diaphane, depuis le soleil, à travers les sphères célestes, jusqu'à l'air qui y confine, et s'étend ainsi jusqu'à l'œil. SIMPLICIUS (3) prend la comparaison, non de la corde, mais du bâton ou du levier. Le soleil ébranle l'œil par l'intermédiaire du diaphane, comme la main remue la pierre à l'aide du levier. Cette comparaison lui aura peut-être été suggérée par l'hypothèse des Stoïciens, qui supposaient que l'œil se servait de l'air *tendu* ou comprimé, comme d'un bâton, pour reconnaître l'objet visible. DESCARTES a repris cette même comparaison

(1) STOBÆUS. *Eclog. physicæ*. liv. 1, pag. 35. 1609 in-folio.

(2) *Quemadmodum si quis funis longi et extensi summum moverit, totus funis sine tempore movetur (achronôs) propter partium continentiam.*

*Philoponus : de animâ, lib. 2, tex. 69.*

(3) *Simplicius : de animâ, lib. a. tex. 74, pag. 37, édit. aldi.*

du bâton, mais il a défini la nature du milieu transparent en suivant, non pas ARISTOTE, mais DÉMOCRITE et EPICURE.

GASSENDI. *Physicæ*, sectio 1<sup>re</sup>, lib. VI, cap. XI (1).

Dans sa quatrième lettre sur la *grandeur apparente du soleil* à différentes hauteurs au-dessus de l'horizon, GASSENDI revient avec de nouveaux détails sur la doctrine d'ARISTOTE, opposée à celle d'EPICURE.

« ARISTOTE est en contradiction avec PLATON sur la nature de l'œil, que celui-ci suppose ignée, et d'accord avec DÉMOCRITE sur sa nature aqueuse. Mais il s'éloigne de ce dernier en niant que la Vision se fasse par aucun écoulement ou émission des corps, et en professant que c'est seulement par le *mouvement qui a lieu à travers le diaphane* interposé entre les objets visibles et l'œil, que la Vision s'accomplit jusqu'à l'œil, et à travers l'œil lui-même jusqu'au *sensorium* interne. Mais il faut noter qu'ARISTOTE distingue dans le corps que nous appelons vulgairement diaphane, comme l'air et l'eau, d'abord le corps lui-même ayant certains pores ou canaux, corps qui est appelé air ou eau; en second lieu, une nature mobile et pure, ou une substance très ténue, interposée dans le corps même ou dans ses pores, et qui est, à proprement parler, le milieu diaphane. Car, dit-il, l'eau et l'air, en tant que eau ou air, ce n'est pas quelque chose de diaphane. Mais il y a en eux, comme dans le corps éternel qui est en haut, la même nature. Il appelle donc cette nature le diaphane en *puissance*, tant qu'il est dans les ténèbres; le diaphane en *acte*, dans la lumière, et il enseigne que le diaphane en acte est le seul propre à la Vision. Ainsi donc, lorsqu'un corps visible, comme par exemple, le soleil, la neige ou tout autre corps coloré, est aperçu par l'œil, cela se fait, non parce que quelque chose découle de l'objet visible à l'œil, mais parce que sa couleur, appropriée par sa nature à mouvoir actuellement le diaphane, meut réellement le diaphane lui-même qui lui est contigu, et par suite le diaphane qui s'étend sans discontinuité jusqu'à l'œil, et à travers l'œil, jusqu'au *sensorium* interne. C'est ainsi que le mouvement transmis est imprimé au *sensorium*

(1) On peut voir l'exposition du système de l'émission par GASSENDI (*Opera Lugd.* 1658, pages 422 à 432, tom. I, et page 436, tom. III. — *Lux nihil aliud quam rarefacta flamma videtur.*

et que le corps coloré est senti. SIMPLICIUS l'explique par la comparaison du levier qui meut la pierre. Il assimile la couleur à la main, l'œil à la pierre, le diaphane interposé au levier qui est entre la main et la pierre. Si vous consultez ici GALIEN, vous verrez qu'il confond sur ce point ARISTOTE et les Stoïciens, qui ont pensé, eux aussi, que la Vision se faisait comme à l'aide d'un levier ou d'un bâton. Mais il est facile de remarquer que pour ces derniers la comparaison doit être renversée; puisqu'ils comparaient l'œil à la main, l'objet visible à la pierre et l'air interposé et comprimé au bâton; de sorte que, suivant ARISTOTE, les rayons du mouvement (*radii motus*) doivent être supposés converger de l'objet visible, comme base, vers l'œil qui en serait le sommet, tandis que, suivant les Stoïciens, les rayons seraient supposés se répandre de l'œil comme d'un sommet sur l'objet visible comme base; seulement dans les deux cas, le même cône est formé par ces rayons. AULUGELLE a parlé de la tension de l'œil, PLUTARQUE de la forme conique, DIOGÈNE-LAERCE du bâton. « Cela, dit-il, paraît être rapporté à l'œil par l'air tendu, comme par une baguette de bois. » ALEXANDRE (d'Asphrodise) discute longuement sur cette tension de l'air comparée à celle de la baguette. Je ne m'arrête qu'au mot de rapporter (*renunciari*), ce qui doit se faire nécessairement à cause de la continuité et de la rigidité du bâton. Car selon que l'objet que le bâton touche, lui résiste ou lui cède, la main distingue ce qu'est cet objet. J'ajoute que tous les autres philosophes qui ont pensé que la Vision se faisait par émission (des yeux à l'objet) ont eu recours à un mode de rapporter les messages à la vue peu différent de celui-là. Ainsi, PLATON qui a voulu que les rayons sortissent de l'œil, n'a pas songé à les faire aller jusqu'à l'objet; mais comme il voulait cependant qu'ils s'avancassent jusqu'à la lumière extérieure à la rencontre de laquelle il se ferait une sorte de combinaison, il a imaginé que le rayon sortant, comme une baguette, à cause de la résistance qui se faisait à l'une de ses extrémités, tressaillait en quelque sorte, et venait ainsi par son autre extrémité en dedans de l'œil et sur le cerveau même, produire la sensation. PYTHAGORE pareillement, en imaginant que les rayons sortaient des yeux, a pensé qu'ils étaient réfléchis et qu'ils éprouvaient quelque chose de semblable à ce qui se passe dans la main qui, après s'être étendue de l'épaule jusqu'au bout du bras tendu, revient ensuite à l'épaule. Il en est de même d'EMPEDOCLE, qui dit tantôt que la lumière va de l'œil à l'objet,

comme la lumière qui sort par une fente d'une lanterne , et qui quelquefois a pensé aussi qu'il se faisait une émanation de l'objet à l'œil. Il faut en dire autant d'HIPPARQUE, qui a voulu que les rayons visuels, s'étendant de chacun des deux yeux pour saisir par leurs extrémités , comme avec les mains , les choses extérieures , rapportassent ensuite en quelque sorte leur capture à l'œil. »

GASSENDI fait observer que dans toutes ces hypothèses les rayons rapportent quelque chose de matériel des objets à l'œil. Il n'y a qu'ARISTOTE qui ne veut pas qu'il en vienne rien de matériel. GASSENDI combat cette hypothèse par des raisons telles que les suivantes : Si le soleil est visible de tous côtés , il doit produire , dans le milieu , un ébranlement du centre à la circonférence , de la circonférence au centre et de nouveau du centre à la circonférence , et ainsi de suite , par une *palpitation* très rapide et incessante. Il faut donc que le soleil soit un corps fluide , mou , lâche , dans toute son étendue. Il sera nécessaire qu'il se dilate et se contracte alternativement. Comment tout cela peut-il se faire sans produire du vide et sans multiplier les corps dans un même lieu ? Car la dilatation fait nécessairement du vide , et la contraction accumule plusieurs corps dans le même lieu. Or, ARISTOTE n'admet pas le vide , et il n'admet pas non plus que plusieurs corps puissent subsister dans le même lieu. En outre , l'air étant plus dense que la matière du milieu diaphane doit l'entraîner avec lui dans toutes ses agitations. La lumière ne pourra donc pas se transmettre en ligne droite , etc.

GASSENDI , *Epistola* , III<sup>e</sup> , de *Magnitudine Solis* , etc. ,  
tome III , page 467 et suivantes.

---

## N° 8.

Nous croyons devoir rappeler ici les principaux passages des auteurs anciens , historiens ou compilateurs qui , sans professer eux-mêmes aucune doctrine sur la Vision et la lumière , ont rapporté les diverses opinions des philosophes telles qu'ils les avaient comprises.

1° EXTRAITS DES TRAITÉS QUI NOUS SONT VENUS  
SOUS LE NOM DE PLUTARQUE.

---

**De la Vision.**

---

1. — DÉMOCRITE et ÉPICURE ont pensé que la Vision se faisait par réception d'*idoles* ou images, et par réception de certains rayons qui après avoir rencontré les objets, retournaient vers l'œil (1).

2. — EMPÉDOCLE a mêlé les rayons aux images, appelant, ce qui en résulte par composition, les rayons de l'image.

3. — HIPPARQUE dit que les rayons, se prolongeant à partir de chaque œil, saisissent par leurs extrémités comme avec des mains les corps extérieurs, et rapportent à l'œil ce qu'ils ont ainsi appréhendé.

4. — PLATON admet que c'est par conjonction ou concours des lumières (*synaugia*), à savoir concours de la lumière qui s'écoule des yeux pendant quelque temps dans l'air qui est de même nature, et d'une autre lumière qui est apportée des corps. Et comme l'air qui est entre les deux est facile à liquéfier et à transformer, il résulte (du mélange, par assimilation du feu de l'œil, de l'air et du feu des objets) une extension du feu de la vue. C'est ce qu'on appelle la *synaugia* platonicienne.

---

**Des images qu'on voit dans les miroirs.**

---

1. — EMPÉDOCLE dit que les images apparaissent à cause des écoulements qui se réunissent à la surface du miroir et qu'elles sont achevées par le feu qui se sépare du *miroir* (2) et qui transporte en même temps l'air sur lequel arrivent ces écoulements.

(1) L'auteur me paraît confondre ici la Vision directe avec la Vision réfléchie.

(2) SCHNEIDER a corrigé ce passage, en substituant *œil* (ophthalmos) à *miroir* (Katoptron), *Eclogæ physicae*, t. II, p. 188.

2. — DÉMOCRITE et ÉPICURE regardent les apparences que l'on voit dans les miroirs comme les images réelles (hypostases des images) qui sont parties de nous et subsistent dans le miroir, mais après avoir éprouvé une *inversion* ou retournement (1).

3. — Les Pythagoriciens prétendent que c'est un effet de la réflexion de la vue. Le rayon visuel se dirige et *se tend* contre l'airain du miroir qui est un corps dense et poli ; il est répercuté et revient sur lui-même. Il arrive quelque chose au rayon visuel (ou à l'organe de la vue) comme à la main qui, après s'être étendue (de l'épaule au bout du bras), revient ensuite à l'épaule.

### Peut-on voir les ténèbres.

1. — Les Stoïciens ont pensé qu'on peut les voir, car il se répand de l'œil quelque lueur dans les ténèbres. Or, la vue ne ment pas ; on voit donc réellement ce que sont les ténèbres.

2. — CHRYSIPPE dit que nous voyons par la tension de l'air ambiant, quand il est frappé et percé par l'esprit (fluide) visuel, qui s'étend depuis la partie dominante (de l'âme) jusqu'à la pupille. Lorsque ce jet a frappé l'air voisin, si celui-ci est de même nature (que l'esprit visuel), il le fait se tendre en forme de cône. Or, ce sont des rayons ignés qui s'écoulent de l'œil, et non des rayons noirs ou ténébreux. C'est pour cela qu'on peut voir les ténèbres.

PLUTARQUE (supposé) *Des opinions des philosophes*, liv. IV, 13—14—15.

(1) Voici de quelle comparaison se sert LUCRÈCE pour expliquer l'*inversion* des images vues dans les miroirs :

Si l'on voit à gauche dans le miroir les parties droites des objets, c'est que l'image, après avoir frappé la surface plane du miroir subit, avant d'être renvoyée, un changement qui la réfléchit à l'envers sous le même aspect que présentait son *endroit*. Ainsi, en appliquant (du côté de la face) sur une colonne un masque de terre (de plâtre) encore humide, s'il était possible que sans perdre leur forme primitive, toutes les parties saillantes rentrassent en elles-mêmes et se rétablissent ensuite au dehors, il arriverait nécessairement que l'œil droit se trouverait placé à gauche et réciproquement la gauche à droite.

LUCRÈCE, liv. IV, vers. 293 et suiv. trad. de LAGRANGE.

## **Pourquoi les vieillards lisent-ils plus facilement de loin.**

---

1. — Puisqu'en général les sens des vieillards sont plus lents et plus difficiles à émouvoir, comment se fait-il qu'ils ne peuvent supporter l'éclat de la lumière qui leur vient de trop près, et éloignent-ils d'eux un livre pour le mieux lire, tempérant ainsi la lumière par son mélange avec l'air, comme ils tempèrent le vin par l'eau?

2. — Il y en a qui disent que les vieillards n'éloignent pas le livre de leurs yeux pour affaiblir la lumière, mais pour en embrasser en quelque sorte, et pouvoir en contenir davantage. Car, de la sorte, ils remplissent d'air lumineux l'espace qui est entre leur œil et les lettres. D'autres se rangent à l'opinion de ceux qui admettent le concours des rayons visuels. Car comme un cône s'étend de chaque œil, dont le sommet est sur l'œil même et dont la base embrasse l'objet visible, il est probable que ces deux cônes se maintiennent distincts jusqu'à un certain point, mais que prolongés davantage ils se confondent et ne produisent qu'une seule lumière; c'est ce qui fait que chaque objet qu'on voit paraît unique et non double, bien qu'il soit aperçu de chaque œil. La réunion des deux cônes en un seul ne fait de deux visions qu'une seule. Cela posé, les vieillards, quand ils approchent trop les lettres de leurs yeux, ne peuvent les voir que faiblement, parce que les cônes visuels ne se sont pas encore réunis, mais atteignent séparément la chose qu'ils cherchent à voir. Mais en regardant de plus loin, la lumière est amplifiée et les cônes confondus, et ils voient alors avec plus de force, de même que l'on soutient avec les deux mains ce qu'on ne pouvait porter avec une seule.

3. — LAMPRIAS (un des interlocuteurs), dit, d'après HIERONYME, que nous voyons lorsque des images viennent à l'œil des choses vues. Ces images sont d'abord grandes et grossières. C'est pourquoi elles troublent la vue des vieillards, quand elles sont vues de trop près, parce que leurs yeux sont durs et difficiles à se laisser pénétrer. Mais lorsque ces images ont été transportées par l'air, en leur donnant de l'espace, elles se dépouillent de leurs parties terrestres; elles arrivent plus ténues à l'œil, dont elles peuvent, sans trouble ni douleur, traverser les conduits, et sont ainsi plus

facilement perçues. C'est ainsi que le parfum des fleurs est plus pur et plus agréable de loin que de près...

4. — Quant à nous, qui suivons constamment le principe platonicien, nous disions qu'un esprit (fluide), semblable à la lumière, sortait des yeux et se mêlait à la lumière qui est autour du corps, et qu'il s'en formait un *concret*, de façon que des deux lumières résultait un seul corps entièrement sympathique (susceptible d'être affecté de la même façon). Or ce mélange de l'un et de l'autre doit se faire en certaine mesure, en certaine proportion. L'un, en effet, ne doit pas être vaincu et effacé par l'autre. Mais il faut que les deux (lumières) se réunissent en un certain terme moyen où il y ait entre eux communauté et harmonie, et d'où résulte une seule puissance. Chez les vieillards, ce qui sort de l'œil, soit qu'on l'appelle écoulement, esprit lumineux ou lueur, étant faible ou languissant, ne peut simplement être tempéré par son mélange avec la lumière du dehors; il est absorbé et détruit, à moins qu'en éloignant de leurs yeux les caractères du livre, ils ne diminuent et ne *délaient* en quelque sorte la trop grande lumière qui en vient, de manière à la tempérer et à la proportionner à leur vue. C'est pour cette cause que certains animaux voient pendant la nuit. Car leur vue étant faible est absorbée et vaincue par la lumière du jour, une petite et faible lueur ne pouvant former d'union avec une grande et forte lumière. Mais en présence d'une faible lumière, comme celle des étoiles, ils émettent une lueur qui lui est proportionnée; l'union peut s'effectuer et la Vision peut être produite.

PLUTARQUE : *les Questions de table*, livre I.  
question VIII.

Si me semble que l'âme se mêle et s'attache avec l'exhalation divinatrice ne plus ne moins que fait l'œil et la vue avec la lumière : car l'œil qui a une naturelle propriété et puissance de voir, n'est de nul effet sans la lumière : aussi l'âme ayant cette propriété et faculté de prévoir les choses à venir, comme un œil a besoin d'une chose propre qui l'allume et qui l'aiguise.

*Des Oracles qui ont cessé*, traduction d'AMVOT, XXVIII.

Tout ainsi comme quand PLATON dit que nous voyons parce que la lueur de l'œil vient à se mêler ensemble avec la clarté du soleil et que nous voyons quand l'air vient à être frappé; ce n'est pas à dire pour cela que nous n'ayons la faculté de voir et d'ouïr par la raison et la providence.

*Ibidem*, XXXI.

## 2° EXTRAIT D'APULÉE.

---

Le philosophe doit consulter le miroir. Il lui faut souvent considérer non-seulement sa ressemblance, mais encore la raison de cette ressemblance. Les images, ainsi que le dit ÉPICURE, partent-elles de nous comme certaines dépouilles qui émanent continuellement des corps, et quand elles viennent à rencontrer quelque chose de solide et de poli, en sont-elles réfléchies après s'être *écrasées* contre et reproduites à l'envers, de manière que les côtés opposés (de l'image et de l'objet) se correspondent? ou bien, comme le prétendent d'autres philosophes, nos rayons (visuels) s'écoulent-ils de l'intérieur de nos yeux, se mêlant à la lumière externe et s'unissant à elle, ainsi que le suppose PLATON? Ou partent-ils simplement de l'œil, sans recevoir aucun secours du dehors, comme le pense ARCHYTAS? Ou encore sont-ils brisés par la tension de l'air, comme le croient les Stoïciens, de façon que, quand ils ont rencontré quelque corps dense, brillant et poli, ils rebondissent et reviennent aux visages dont ils sont partis, en faisant des angles de réflexion égaux à ceux d'incidence. De sorte que ce qu'ils touchent et ce qu'ils visitent hors du miroir, ils en donnent la représentation imaginaire dans le miroir? Est-ce qu'il ne faut pas que les philosophes recherchent et scrutent tout cela?

APULÉE, *Apologia*. éd. de 1601, p. 461. — Ed. du Dauphin, p. 426—427.

---

## 3° EXTRAIT D'AULU-GELLE.

---

### **De la puissance des yeux et des moyens de voir.**

---

Nous trouvons que les philosophes ont eu des opinions très diverses sur la manière dont nous voyons et sur la nature de la vue. Les Stoïciens disent que les causes de la

Vision sont l'émission de rayons qui se fait des yeux sur les objets visibles et en même temps la tension de l'air. ÉPICURE pense qu'il s'écoule continuellement de tous les corps des simulacres de ces corps eux-mêmes, qu'ils pénètrent dans l'œil, et que c'est ainsi que se fait la sensation de la vue. PLATON suppose qu'une certaine espèce de feu et de lumière sort des yeux ; que ce feu s'unissant et se continuant avec la lumière du soleil ou celle d'un autre feu, par sa propre force et par celle qu'il emprunte ainsi à la lumière extérieure, fait que nous voyons tout ce qu'il rencontre et qu'il éclaire.

AULU-GELLE, liv. V, chap. XVI.

---

#### 4. EXTRAIT DE MACROBE.

---

DISARIUS : L'opinion d'ÉPICURE sur la manière dont nous voyons me paraît assez probable, d'autant plus qu'elle est conforme à celle de DÉMOCRITE : ces deux philosophes étant d'accord sur ce point, comme ils le sont sur le reste. ÉPICURE pense donc qu'il s'écoule continuellement de tous les corps certains simulacres ; que sans qu'il soit possible d'assigner à leur trajet le plus petit intervalle de temps, ces simulacres, qui sous une figure vide transportent les dépouilles cohérentes des corps, ont leurs réceptacles dans nos yeux et arrivent ainsi au siège du sens propre qui leur a été assigné par la nature. Voilà ce que prétend ce philosophe ; si tu as quelque chose à y objecter, je suis prêt à t'entendre. — EUSTATHE se mettant alors à sourire : il est facile de voir, dit-il, ce qui a causé l'erreur d'ÉPICURE. Il s'est écarté du vrai en suivant l'analogie des autres sens. En effet, quand nous entendons, goûtons, odorons et touchons, nous n'émettons rien hors de nous, mais nous recevons du dehors, ce qui émeut le sens correspondant. La parole vient d'elle-même aux oreilles, les parfums coulent dans les narines, ce qui engendre la saveur se porte au palais, et ce que nous devons sentir par le toucher s'applique contre notre corps. C'est pourquoi il a pensé qu'il n'allait rien de nos yeux au dehors, mais que les images coulaient directement d'elles-mêmes aux yeux. Mais cette opinion est démentie par ce fait, que celui qui con-

temple son image dans un miroir, la voit comme si elle s'était retournée pour le regarder, tandis qu'étant partie de nous dans une position droite, elle devrait, une fois séparée, montrer sa partie postérieure, de manière que la gauche réponde à la gauche, la droite à la droite. Car l'acteur qui ôte son masque le voit du côté qui couvrait le visage, c'est-à-dire qu'il n'en voit pas la face, mais la partie creuse postérieure. Je voudrais aussi demander à ce philosophe, si c'est seulement lorsque quelqu'un veut voir que les images s'envolent des objets, ou bien si, alors même que personne ne les aperçoit, les simulacres jaillissent de toutes parts. Car s'il tient pour la première proposition, je lui demanderai sous quel empire sont ces simulacres pour qu'ils puissent être toujours ainsi à la disposition de celui qui regarde, de sorte que chaque fois que quelqu'un voudra tourner le visage, autant de fois ceux-ci se tourneront de même. S'il adhère à la seconde proposition, c'est-à-dire s'il prétend que les simulacres de toutes les choses s'en écoulent continuellement, je lui demanderai pendant combien de temps leurs parties resteront cohérentes, attendu qu'elles n'ont aucun lien pour se maintenir ainsi, et si nous accordons que ces simulacres se maintiennent, comment conserveront-ils une certaine chaleur dont la nature, bien qu'elle soit incorporelle, ne peut cependant exister sans corps. Ensuite, qui pourra jamais croire qu'aussitôt qu'il aura tourné les yeux d'un côté, aussitôt viendront à leur rencontre les images du ciel, de la mer, des rivages, des prairies, des navires, des troupeaux et d'une foule innombrable d'autres choses que nous voyons d'un coup-d'œil, attendu surtout que la *pupille* qui jouit de la vue est extrêmement petite? Et comment verra-t-on toute une armée? Les simulacres, partis de chacun des soldats, se grouperont-ils, et, alignés tels qu'ils sont, pénétreront-ils dans les yeux du spectateur? Mais pourquoi perdre des paroles à combattre une opinion si vide, puisque par sa vanité même elle se réfute. Il est constant que la Vision se fait comme il suit : une lumière propre (1) jaillit de la pupille en ligne droite de quelque côté qu'on la tourne. Cet écoulement de la lumière interne s'il vient à trouver une autre lumière dans l'air qui nous entoure, se dirige, au moyen de cette lumière, en droite ligne jusqu'à ce qu'il rencontre un corps. Et si vous tournez la face pour regarder tout autour

(1) Au lieu de *genuinum*, d'autres éditions portent *geminum* : une double lumière.

de vous, le tranchant de la vue des deux côtés se projette toujours en droiture (vers le point qu'on regarde). Quant au jet lui-même, que nous disons jaillir de nos yeux, commençant en quelque sorte par une racine très ténue, il devient plus large au sommet, comme les rayons (du soleil) que représentent les peintres. C'est pourquoi l'œil, regardant à travers une très étroite ouverture, peut voir toute la profondeur du ciel. Trois choses donc nous sont nécessaires pour que la Vision puisse s'effectuer : la lumière que nous émettons de nous-mêmes, l'air interposé qui doit être lumineux, et le corps qui par sa rencontre termine la *tension*.

MACROBE, *Saturnales*, liv. VII, chap. XIV.

---

### 5. EXTRAIT DE NEMESIUS.

---

Il n'y a qu'un seul nom, *la vue* (opsis), pour désigner le siège du sens et la puissance sensitive. HIPPARQUE dit que des rayons s'étendant de nos yeux vont toucher par leurs extrémités, comme à l'aide de mains, les contours des corps extérieurs, et rapportent à la vue ce qu'ils ont saisi de la sorte. Les géomètres décrivent certains cônes formés par la coïncidence (1) des rayons qui sont envoyés à travers les yeux. Car l'œil droit envoie des rayons du côté gauche, et l'œil gauche du côté droit. C'est par la coïncidence des rayons que le cône est achevé. Car bien que la vue embrasse à la fois plusieurs choses visibles, elle ne voit distinctement que les objets sur lesquels coïncident (tombent ensemble) les rayons. Ainsi, souvent en regardant sur le plancher nous ne voyons pas une très petite pièce de monnaie que nous y avons laissé tomber, jusqu'à ce que les jets simultanés des rayons ne se rencontrent sur le point où se trouve cette pièce. C'est seulement quand nous sommes ainsi tombés sur sa place que nous commençons à l'apercevoir. Les Épicuriens pensent que des idoles ou images venant des objets visibles, nous tombent dans les yeux; ARISTOTE, que ce n'est pas une image corporelle, mais une qualité qui résulte d'une modification dans l'air

(1) Action de tomber ensemble, *Sunemptosis*.

ambiant , à partir des objets visibles jusqu'à l'œil. PLATON dit que la Vision se fait par un concours de lumières (*Sinaiugeia*) , à savoir de la lumière des yeux qui s'écoule jusqu'à un certain point dans l'air de même nature , et de celle qui est apportée par les corps. Cette lumière, au moyen de l'air intermédiaire facile à foudre et à mouler, devient la prolongation du feu de la vue.

NEMESIUS , de la nature de l'Homme , ch. 7

---

### N° 9.

Il se présente à nous , en tout temps et en tous lieux , des simulacres de toute espèce.... mais comme leur tissu est très délié , l'âme ne peut sans se recueillir les apercevoir distinctement : ils sont absolument perdus pour elle , si par une forte contention, elle ne se prépare à les recevoir; ce qu'elle ne manque pas de faire , par le désir et l'espérance qu'elle a de voir les objets qu'elle voit en effet.

Ne remarquez-vous pas que les yeux mêmes, après s'être portés sur des objets peu sensibles , ne peuvent , sans attention et sans préparation, les apercevoir clairement ? Les corps mêmes les plus exposés à la vue , si l'âme ne s'applique à les observer, sont pour elle comme s'ils en avaient toujours été à une grande distance ! Est-il donc surprenant qu'elle laisse échapper tous les simulacres , excepté ceux dont elle est actuellement occupée ?

LUCRÈCE , liv. IV, vers 798-813. — Voir aussi ce que dit DÉMOCRITE de l'air interposé entre l'objet et l'œil, et de la composition des yeux en rapport avec l'impression des images (n° 4, p. 175), et LUCRÈCE , liv. IV, vers 245 et suiv. — V. 603 et *passim*.

---

### N° 10.

#### EXTRAIT ANALYTIQUE DE L'OPTIQUE D'EUCLIDE.

(D'après G. SCHNEIDER.)

---

EUCLIDE prouve que la lumière se transmet en ligne droite , par la considération des ombres portées et par celle

des rayons de lumière qui s'introduisent par les fenêtres ou par des fentes dans l'intérieur des appartements. Si, au-devant d'un flambeau, on place une planchette percée d'une fente étroite, la lumière qui passe par cette fente n'éclaire que les objets situés sur les droites qu'on peut mener du flambeau à travers la fente. Il compare l'œil à cette sorte de lanterne. Les rayons sortent de l'œil en ligne droite pour éclairer les objets, mais ils ne peuvent éclairer que les parties de ces objets sur lesquelles ils tombent. Ce qui le prouve, c'est que souvent on cherche très-long-temps un petit objet tombé à terre, comme une aiguille, par exemple, sans pouvoir le trouver. Ce n'est que quand on *jette* enfin *la vue* sur l'endroit où est ce petit corps qu'on découvre pour la première fois l'aiguille. Il est donc évident qu'on n'avait pas encore vu le petit corps, ni le lieu où il gisait. Celui qui cherche ne distingue donc pas *à la fois* toutes les parties de l'objet exposé à sa vue. Il en est de même de celui qui lit une page dans un livre. Il ne peut en voir en même temps toutes les lettres, et il en est ainsi de toutes les choses visibles. On ne voit donc pas à la fois tout ce qui est visible. Il paraît donc que, pour voir par le mouvement des yeux à l'aide d'un jet rapide, de manière à ne rien laisser échapper, il faut promener les regards sur les objets d'une manière continue, sans leur permettre de faire aucun saut (1). Cela suffit, suivant EUCLIDE, pour réfuter l'opinion de ceux qui prétendent qu'il arrive à l'œil des images (idoles) de l'objet visible, quand il se meut pour saisir son objet. Car si l'impression visuelle était due à l'action des idoles qui tombent sur l'œil, et que de tout corps il s'écoulât sans cesse de semblables idoles qui remueraient en nous le sentiment; pourquoi celui qui cherche l'aiguille ne la voit-il pas tout d'abord, et pourquoi celui qui lit une page n'en voit-il pas à la fois toutes les lettres? Serait-ce parce que leur pensée est occupée ailleurs? Mais ceux qui cherchent ne pensent à rien autre chose, et cependant ils ne trouvent absolument rien, tandis que souvent ceux qui pendant ce temps causent entr'eux, et dont la pensée est à autre chose, ont plus tôt trouvé que ceux qui cherchent. Mais, de plus, toutes les idoles ne s'introduisent pas dans la vue, et quelle est la cause qui en empêche

(1) HÉLIOBORE reproduit ce même exemple de l'aiguille qu'on cherche. Il en déduit les mêmes conséquences, et de plus que c'est par les rayons *centraux* du cône visuel que nous voyons le mieux. Chap. VIII.

certaines de s'y introduire ?... Il dit donc que la nature a organisé les animaux de manière que certains de leurs sens sont disposés pour la *réception* (des émanations des corps extérieurs) et d'autres non. L'ouïe, l'odorat, le goût, ont été faits creux en dedans, afin que les corps du dehors pussent y être reçus et ébranlés ainsi ces sens. Il en serait de même de la vue si, au lieu d'envoyer quelque chose d'elle aux corps extérieurs, c'étaient ces corps qui, en venant sur elle, devaient l'ébranler. Il faudrait que la forme fût creuse et disposée à recevoir les corps venant du dehors. Mais il est facile de voir qu'il n'en est pas ainsi : l'œil, au lieu d'être creux est sphérique convexe (1)... La figure qui est embrassée par la vue est un cône dont le sommet est sur l'œil et la base aux extrémités des choses qui sont vues. On voit les choses sur lesquelles tombent les regards ; on ne voit pas celles sur lesquelles ils ne tombent pas. Ce que l'on voit sous un plus grand angle paraît plus grand, et ce que l'on voit sous un plus petit angle paraît plus petit. ( Suivent plusieurs théorèmes relatifs à la grandeur apparente des objets, au jugement que nous portons de leur grandeur réelle, de leur distance, de leur situation, etc., dont l'ensemble constitue cette partie de l'optique qu'on appelle *perspective*. Vient ensuite la catoptrique que les anciens, comme on sait, avaient portée assez loin, parce qu'ils connaissaient parfaitement les lois générales de la réflexion. )

Voir SCHNEIDER *Eclogæ physicæ*, t. 1, p. 381-394

---

## N° 11.

### SUR L'OPTIQUE DE PTOLÉMÉE.

---

DELAMBRE ne fait quelque cas du *traité d'optique* de PTOLÉMÉE, que pour le dernier livre où il parle de la réfraction. C'est lui qui le premier parmi les anciens, paraît avoir eu des notions assez justes sur ce phénomène.

(1) Cet argument a été reproduit en des termes presque identique par HÉLIODORE, chap. I : — Comparez aussi avec ce que dit MACROBE, liv. 7, ch. 14.

Il a connu et assez bien expliqué l'expérience de la pièce de monnaie vue dans l'eau. PTOLEMÉE a déterminé directement par expérience la direction du rayon réfracté correspondant à chaque incidence, et il a ainsi formé une table d'angles rompus dans l'eau pour tous les degrés d'incidence de 10 en 10 degrés ; jusqu'à 80 degrés. Il donne aussi pour tous les angles dans l'air de 10 en 10 degrés les angles correspondant dans le verre. Ce double travail a été repris par ALHAZEN et VITELLON.

Si le rayon visuel est arrêté par un corps impénétrable, il ne pourra nous faire voir un corps qui serait caché derrière le premier, et si le second devient visible, ce ne peut être qu'à raison de la flexion du rayon visuel, flexion qui a lieu au passage dans un milieu d'une densité différente. La possibilité de cette flexion paraît prouvée par diverses observations astronomiques, entr'autres parce que la distance d'une étoile au pôle paraît plus grande au passage supérieur qu'au passage inférieur dans le méridien... Il attribue cet effet à la flexion du rayon visuel au passage par la surface qui est la limite de l'air et de l'éther. En somme, dit DELAMBRE, dans ce dernier livre de l'optique de PTOLEMÉE, on voit des expériences de physique bien faites, ce qui est sans exemple chez les anciens ; on y voit une théorie de la réfraction (atmosphérique) plus complète que celle d'aucun autre jusqu'à CASSINI.

*Hist. de l'Astr. anc.*, t. II, p. 422 et suiv.

Au témoignage de ROGER BACON, PTOLEMÉE (1) (suivi en cela par ALHAZEN), aurait déjà expliqué pourquoi les astres paraissent plus grands à leur lever et à leur coucher qu'à leur passage au méridien, par l'estimation que nous faisons de leur plus grande distance, à raison de l'interposition des objets que nous apercevons sur terre, entre nous et l'astre à l'horizon. Quant à lui, BACON, il proposait une explication tirée de la réfraction de la lumière à travers les brouillards atmosphériques, explication souvent reprise, par GALILÉE et RÉGIS entr'autres, et combattue par MALEBRANCHE.

Voir ROGER BACON, *Opus majus*, 247 et 320, édit. de Venise, 1750.

(1) Le manuscrit qu'a eu DELAMBRE entre les mains ne contenait pas cette explication. (*Hist. de l'Astro.*, tome II, page 415).

Nous avons dit que PTOLEMÉE avait décrit et expliqué la Vision double avec les deux yeux ; ajoutons qu'il avait même observé les phénomènes sur lesquels M. LOCKE a fondé son *Phantascope* : « On voit , dit-il , un objet simple avec les deux yeux et dans le même lieu qu'avec un seul , lorsque les rayons , suivant lesquels on voit , sont semblablement ordonnés , c'est-à-dire ont une position semblable dans chacune des deux pyramides visuelles par rapport à leur axe propre ; ce qui arrive quand les axes des pyramides tombent sur une seule et même chose , suivant l'habitude de celui qui regarde. Mais si la vue est forcée d'une manière quelconque de changer son habitude , et qu'elle se transporte sur une autre chose , les rayons de l'œil tombant sur cette chose dans un ordre dissemblable , la chose unique apparaîtra dans différens lieux : deux choses mêmes apparaîtront en *trois lieux* et en quatre , comme on apprend à le faire à l'aide d'une règle ou d'un cylindre. »

Mém. de M. CAUSSIN , page 14.

---

## N° 12.

### EXTRAITS DE L'OPTIQUE DE DAMIEN-HÉLIODORE , DE LARISSE.

---

Nous donnons ici , d'après SCHNEIDER , une analyse des premiers chapitres du livre d'HÉLIODORE :

Ce qui produit en nous la Vision est quelque chose qui sort de l'œil. — Ce quelque chose est la lumière. — La lumière suit toujours une route droite et forme un cône à angle droit (orthogone) dont l'axe a plus de lumière que les autres lignes et sert mieux que toute autre ligne à voir distinctement. Les objets peuvent être vus sous des angles droits ou aigus, mais non pas sous des angles obtus. — Un objet vu sous un plus grand angle paraît plus grand. — C'est par les rayons de l'axe du cône des rayons visuels que nous voyons plus distinctement. — Aussi naturellement la force de la vue s'exerce-t-elle droit en face de nous. — Le sommet du cône des rayons visuels est au dedans de

l'œil, et c'est le centre d'un globe dont l'étendue de la pupille (*Korè*) forme la quatrième partie.

Dans le 12<sup>e</sup> chapitre, HÉLIODORE donne, d'après la terminologie grecque, la distinction : 1<sup>o</sup> de la Vision directe des objets (*Kata ithuphaneian*, autrement dit *Kataphasin*) ; 2<sup>o</sup> de la Vision par rayons réfléchis (*Kata anaklasin*, ou *antiphaneian*, ou encore *emphasin*) ; 3<sup>o</sup> de la Vision à travers les corps transparents (*Kata diaphancian*, *diaphasin* ou *diaklasin*).

Au chapitre 13, il compare l'émission de la lumière par les yeux avec le rayonnement, et au 14<sup>e</sup>, il dit que la lumière des yeux se réfléchit en faisant des angles égaux avec les corps sur lesquels elle tombe absolument comme la lumière du soleil

SCHNEIDER cite en entier le texte du chapitre 14 d'HÉLIODORE. Nous en extrayons un passage remarquable, qui prouve que les anciens savaient parfois distinguer aussi bien que nous, en physique, les *hypothèses* sur la nature des causes *des lois* auxquelles étaient soumis les phénomènes.

L'optique, dit HÉLIODORE, suppose que les rayons visuels partent de l'œil en lignes droites ; que quand l'œil se porte tout autour de nous, les rayons visuels sont semblablement portés tout autour, et qu'aussitôt que l'œil est ouvert en face de l'objet, la Vision se fait. Elle suppose aussi que les choses vues à travers l'*éther* et l'air se voient suivant des lignes droite. Car toute lumière se meut en ligne droite. Mais les choses qui *apparaissent à travers* les cristaux, les membranes et l'eau, se voient suivant des lignes brisées, et celles qui *apparaissent dans* les miroirs sont vues au moyen d'angles de réflexion (angles formés par rayons brisés). Mais l'optique ne s'occupe point de la nature des choses (mot à mot elle n'est *physiologie pas*, elle ne fait pas de *physiologie*) ; elle ne recherche pas s'il se fait réellement, à partir des yeux vers les extrémités des objets, certains écoulements de rayons visuels, ou si des images (*eidola*), émanant des objets sensibles, se glissent dans les yeux en se transportant vers eux en ligne droite, ni si l'air intermédiaire (entre l'œil et l'objet) ne fait que se tendre sous la pression de la pyramide du feu oculaire, ou bien s'il s'assimile à ce feu. Elle ne considère qu'une chose, c'est de savoir si dans chaque hypothèse, *la rectitude du mouvement de translation* ou de la *tension sans transport* vient à être sauvée, et si l'on y conserve l'inclinaison commune des rayons qui vont se réunir en un angle, puisque c'est cela

qui conduit à la considération des images (ou visions) plus grandes ou plus petites. En outre, cette science considère en premier lieu que la Vision se fait de toute la pupille ou de toutes les parties de l'objet visible, et non de quelque point déterminé, et que de plus elle se fait suivant un angle qui converge tantôt en dedans, tantôt en dehors (de l'œil), et quelquefois enfin par des rayons parallèles (1).

Il y a dans la définition du cône des rayons visuels, donnée par HÉLIODORE, un point qui présente quelque difficulté ; il est évident, dit-il, que le sommet du cône de la Vision n'est pas *sur* la pupille de l'œil ; car dans ce cas nous ne verrions pas de tous les points de cette pupille, (mais seulement du point central qui serait le sommet). Il est donc *en dedans* et dans la profondeur de l'œil. La base première et celle dont le contour est le plus court, c'est le cercle et il est vrai que la pupille en présente l'apparence, et cependant la pupille n'est pas un cercle, mais elle a la forme de la *quatrième partie* de la sphère, puisque nous avons fait voir que le cône de la Vision est orthogone. Or voici la démonstration qu'il donne de cette proposition, dans les chapitres 3 et suivants : « ce que nous lançons en avant de nous, et que nous appelons la vue, est transporté en ligne droite et sous la forme d'un cône orthogone ainsi que l'a démontré PTOLEMÉE à l'aide d'appareils mécaniques (*dia organôn*) dans son *optique*, et comme on peut aussi le le faire voir par le raisonnement. Car pour que la vue saisisse le plus qu'il est possible de l'objet visible, il faut qu'elle s'y applique suivant un cercle. Car de toutes les figures planes et isopérimètres, c'est le cercle qui renferme le plus d'espace. Ce qui se porte de l'œil sur les objets visibles aura donc la forme d'un cylindre ou d'un cône (à base circulaire)... elle n'est pas cylindrique, car cette forme ne pourrait pas embrasser des grandeurs plus grandes que

(1) Toutes ces considérations sont reproduites en *termes identiques* dans un livre cité par SCHNEIDER (*Eclogæ Physicæ*, tome II, page 227), et publié sous le titre de : *Oratio Cunn. Dasypodii de disciplinis mathematicis*, etc... Argent 1579. Cette citation est mise sous le titre de : *Altera Onomastici (Hieronis) pars. Definitio geometriæ*. Or, comme il paraît s'agir ici du mécanicien HÉRON, d'Alexandrie, qui vivait 120 ans avant J.-C., et qui est par conséquent bien antérieur à HÉLIODORE (qu'on fait vivre dans le II<sup>e</sup> de notre ère), c'est à HÉRON qu'il faut faire honneur du mérite de ces considérations, bien qu'HÉLIODORE n'indique pas dans le passage cité, ainsi qu'il le fait ailleurs pour la démonstration de la loi de la réflexion, la source où il a puisé.

la pupille, et en outre toutes les choses qu'on verrait ensemble et tout entières paraîtraient toutes égales en grandeur à cette même pupille. La forme (du faisceau des rayons visuels) est donc conique, car étant de cette forme sa base pourra embrasser des grandeurs différentes. Voilà comme on démontre par le raisonnement que le faisceau des rayons visuels (mot à mot *la figure de la vue, το τὸν ὀπσῆος σχῆμα*) est de figure conique. Mais il est évident que ce cône doit être *spécifiquement* déterminé et par conséquent orthogone. En effet, les angles aigus ou obtus ne sont pas déterminés quant à l'espèce, puisqu'il y a un nombre infini de semblables angles aigus ou obtus plus grands ou plus petits les uns que les autres. Mais est-ce que la nature ne veut pas faire le déterminé de préférence à l'indéterminé, et surtout quand il s'agit de l'organisation d'un être raisonnable. Ainsi donc en bonne logique, le cône des rayons visuels doit être orthogone. Mais cela est également conforme aux phénomènes observés. Car nous voyons à la fois la quatrième partie du ciel qui est sphérique, et nous apercevons aussi la même partie de la circonférence de l'horizon. Si nous étions au dedans d'un cercle et en un point de sa circonférence, en regardant le demi-cercle (qui nous serait opposé), nous le verrions tout entier, or c'est ce qui n'arriverait pas si le cône des rayons visuels n'était pas orthogone.

Si l'on nous objectait qu'on ne voit rien des choses visibles, à la fois, tout entier, nous répondrions que nous voyons cependant à la fois en entier le quart du ciel. Mais il faut savoir que nous voyons les objets tantôt *confusément* et tantôt *distinctement*. Nous disons que nous voyons, *à la fois, confusément*, mais non pas pour cela distinctement. Car si nous voulons voir distinctement quelque chose, il faut que nous en parcourions toutes les parties comprises entre les rayons qui partent des yeux; et ce qui nous avait nécessairement échappé dans ce premier jet de la vue, nous le verrons en faisant ainsi *courir au-dessus* nos regards.

Puisque le corps lumineux de la vue est conique, en sortant à travers les pores insensibles de la pupille, il faut nécessairement qu'il se divise en rayons séparés les uns des autres, lesquels éclairent ensemble tout l'espace compris entr'eux, c'est-à-dire la profondeur du cône entier?...

Les objets visibles sont vus tantôt sous des angles droits, tantôt sous des angles aigus, jamais sous des angles obtus. En effet, tous les angles, sous lesquels nous voyons, ont pour sommet commun, celui même du cône de la vue.

Les droits s'appuient sur le diamètre de la base du cône ; les aigus sur des droites qui sont aussi comprises dans la base , mais plus petites que le diamètre ; les unes qui sont des cordes du cercle de cette base et d'autres qui ne le sont pas .... Ce qui est vu sous un plus grand angle parait plus grand , car nous jetons dessus plus de lumière....

Pour peu qu'on y ait un peu réfléchi , je pense qu'il doit être évident que c'est par les rayons lumineux qui sont voisins de l'axe du cône visuel que nous voyons le mieux. En effet, si nous voulons voir distinctement quelque chose, nous tournons notre vue de ce côté , et de telle façon que nous projetons sur cet objet le milieu même de la base du cône visuel. C'est pourquoi si une aiguille est tombée à terre , bien que nous jetions les yeux sur la place où elle est , nous ne la verrons pas elle-même , jusqu'à ce que nous venions à diriger sur elle l'axe du cône visuel ou les rayons qui en sont voisins. C'est la raison pour laquelle la puissance optique a toute son énergie droit en face , et que sur les côtés elle n'a pas la même force. Car en nous tenant debout dans la station naturelle, regardant droit devant nous, l'axe du cône sera dirigé en face de nous , et les rayons qui approcheront le plus de cette direction seront les plus voisins de cet axe : les autres, dirigés en haut et en bas , inclinent sur les côtés du cône. La puissance de la Vision est naturellement si grande de face que les objets qui sont derrière nous , ou ceux qui ne sont pas tout à fait par devant , si nous regardons dans un miroir, paraissent être en face de nous.

Trad. d'après les fragments cités par SCHNEIDER.  
*Eclogæ*, t. II. p. 250-251.

L'auteur dit donc que le cône (maximum) des rayons visuels est *orthogone* parce que l'angle (maximum) des rayons extrêmes ou l'angle du sommet est droit. Mais il ne s'exprime pas en géomètre, quand il dit que la calotte sphérique embrassée par ce cône sur la sphère céleste est le *quart de cette surface*. Car  $r$  étant le rayon de la sphère, on sait que cette calotte a pour expression  $2\pi r^2(1 - \sqrt{\frac{1}{2}}) < \pi r^2$ . Il est très vrai que ce cône embrasse sur la sphère, dans toutes les directions, des arcs de grands cercles de  $90^\circ$ . Mais les calottes sphériques ne sont pas dans le rapport des arcs de grands sous-tendus par les diamètres de leurs bases, mais dans le rapport de leurs hauteurs. Il en est de même de la pupille, qui est une calotte sphérique

semblable. Il ajoute que la pupille n'a que l'apparence d'un cercle, et, en effet, c'est une calotte sphérique, c'est-à-dire une portion de sphère à *contour circulaire*.

Cette question de la *forme* du cône des rayons visuels a beaucoup occupé les anciens. En général, les uns le voulaient à base circulaire, les autres à base carrée. NUNNESIUS, dans son édition de la *Vie d'Aristote* (attribuée à AMMONIUS ou à PHILOPON), dit qu'ANDREAS BELLUNENSIS (traducteur d'Avicenne) avait lu l'*optique d'Aristote* et y avait remarqué : qu'ARISTOTE apportait une nouvelle opinion sur le *cône visuel* que les autres faisaient rond ou carré, mais que lui supposait moyen entre les deux, c'est-à-dire *hexagone*, de telle sorte que deux angles seraient en haut, deux en bas et chacun des deux autres à droite et à gauche!!!..... Dans une ancienne traduction latine de la vie d'ARISTOTE, NUNNESIUS (P. Joh. NUNNES) a trouvé ce passage qui n'existe point dans le texte grec : « Il ajouta mathématiquement que le cône visuel est hexagone, à cause que la vue se dirige en plus grande quantité sur l'objet dont elle regarde la grandeur, et que selon le cône, on ne voit tout entier rien des choses visibles ; qu'ainsi l'axe devient plus grand que la base qui est du côté de l'objet et qui achève le cône hexagone. » J'avoue qu'il n'est pas facile de comprendre le sens de ces paroles. Je rapporterai encore ici ce que dit VITELLION sur le cône visuel : Après avoir établi, au liv. III, chap. 3, que l'œil doit être *sphérique*, parce que nous ne voyons les différents points des objets lumineux dans leurs positions relatives, que par les rayons qui tombent *normalement* à la surface de l'œil (puisque ce sont les seuls à n'être point déviés par la réfraction), et que si cette surface oculaire était *plane*, l'œil ne pourrait, en conséquence, voir que les objets d'une même étendue que lui, ce qui est faux ; après avoir établi cela, dis-je, il cherche à démontrer (liv. IV, chap. 3) que nous ne voyons pas sous un angle infiniment petit (angle de contingence), ni sous un angle obtus. « Le plus grand angle sous lequel se fait la Vision est *presque droit*, parce que le diamètre du trou de l'uvée qui sous-tend ce plus grand angle, est égal au côté du cube inscriptible dans la sphère de l'uvée. Si donc la Vision se faisait de telle sorte que les lignes radiales (les rayons visuels) allassent concourir au centre de l'uvée, alors le plus grand angle selon lequel se ferait la Vision, serait pour ainsi dire un angle droit solide. De cette façon, la pyramide visuelle *maxima* serait rectangulaire, et le demi-diamètre de la base de cette pyramide serait égal à l'axe.

Mais, comme nous l'avons fait voir dans la dernière proposition du 3<sup>e</sup> livre, la Vision se fait de manière que les rayons se réunissent au centre de l'œil, qui est plus profondément éloigné de la surface que le centre de l'uvée; le plus grand angle selon lequel se fait la Vision est donc moindre qu'un droit, mais non pas beaucoup moindre, parce que la distance des centres de l'uvée et de l'œil n'est pas grande, et si l'axe de la pyramide visuelle *maxima* est plus grand que le demi-diamètre de la base, c'est de fort peu : c'est ce que confirme l'expérience. Car si quelqu'un se tient debout dans une vaste plaine, et qu'il ouvre l'œil le plus possible, il verra alors *presque le quart* du grand cercle de la sphère céleste qui passe par le zénith de sa tête, et c'est par des fractions de cet angle que se fait la Vision des parties correspondantes de la sphère céleste et de toutes les choses comprises dans ces angles, jusqu'à ce que l'on parvienne à l'angle *minimum*. »

VITELLION, liv. IV, prop. 3.

La considération de ce cône ou de cette pyramide des rayons visuels est si commode dans toutes les questions de *perspective*, véritable optique des anciens, qu'elle se retrouve jusque dans la *dioptrique oculaire* du P. CHÉRUBIN, d'Orléans, imprimée en 1671.

Nous ne quitterons pas ce sujet de l'optique géométrique des Grecs, sans faire remarquer que non-seulement les anciens avaient su fort bien dégager les *lois mathématiques* des phénomènes physiques d'avec les hypothèses imaginées sur leurs causes, mais encore qu'ils se rendaient compte des lois observées à l'aide de considérations analogues à celles qu'ont employées les modernes. Ainsi, par exemple, la loi de la réflexion de la lumière qui, dans toute sa généralité fut très anciennement connue, est démontrée dans le livre d'HÉLIODORE, en partant du principe que *la nature ne fait rien en vain*, et que par conséquent la lumière réfléchie doit suivre *le chemin le plus court*. HÉLIODORE attribue cette démonstration au mécanicien HÉRON. Il paraît, d'après VITELLION (1), qui la donne avec beaucoup plus de développement, qu'elle se trouvait aussi dans l'*optique* de PTOLEMÉE.

« C'est toujours suivant des angles égaux avec la sur-

(1) VITELLION, liv. V. prop. 18—19, page 198 de l'édition de Basle, 1572.

» face sur laquelle ils tombent, que les rayons se réfléchis-  
» sent et se réfractent. Car le mécanicien HÉRON a montré  
» dans ses *caloptriques*, que les droites brisées suivant des  
» angles égaux sont *plus courtes* que toutes celles qu'on  
» peut mener d'un point à un autre en les faisant se briser  
» sur la même surface sous des angles inégaux. Après avoir  
» démontré cela, il dit que si la nature ne doit pas *en vain*  
» diriger le rayon de notre vue, il doit, en effet, se rompre  
» suivant des angles égaux. » HÉLIODORE a tort d'ajouter :  
« On montrerait semblablement que notre Vision par ré-  
» fraction s'accomplit suivant des angles égaux (1). » Cette  
erreur n'en est pas moins une sorte de pressentiment que  
le même principe, qui n'est au fond que celui de *la moindre*  
*action*, devait un jour servir à rendre compte de la loi  
de la réfraction.

L'illustre LEIBNITZ, moins injuste envers les anciens que  
beaucoup de nos physiciens modernes, avait relevé, bien  
avant nous, ce point de l'histoire de la science. Soyons  
fiers des progrès que la philosophie naturelle a faits de nos  
jours, mais reconnaissons que c'est grâce aux quelques  
*vérités* et j'ajoute, grâce même *aux nombreuses erreurs*,  
que nous ont léguées nos pères, que nous sommes plus  
savants qu'eux. Sans aller, dans cette voie, aussi loin que  
DUTENS, sans accorder aux anciens presque toutes les  
découvertes que s'attribuent les modernes, nous dirons  
qu'il est très vrai que notre science, pour le *fond* comme  
pour la *méthode*, était contenue en germe dans la science  
des anciens, sans laquelle la nôtre n'eût pas plus existé  
que la moisson sans la semence.

---

## N° 15.

### EXTRAIT DE GALIEN.

---

#### Comment se fait la Vision ?

---

De deux choses l'une, ou le corps que nous voyons nous  
envoie de lui-même quelque chose à l'aide de quoi il nous

(1) HÉLIODORE, chap. 13. — D'après le fragment cité par  
SCHNEIDER (*Eclogæ physicae*, t. II, p. 226).

révèle son existence et ses propriétés, ou bien, s'il n'envoie rien, il attend que quelque puissance *sensitive* parvienne de nous jusqu'à lui. Voici comment nous pourrions juger laquelle de ces deux hypothèses est la plus vraie. Nous voyons à travers le très petit trou de la pupille : si la pupille attendait qu'il lui arrivât quelque chose, ou des propriétés, ou des images, ou des qualités venant des corps placés au dehors, nous ne pourrions en aucune façon avoir la *perspection* de la grandeur des choses, d'une vaste montagne, par exemple. Car il est tout-à-fait absurde qu'une image aussi grande que cette montagne pût entrer dans nos yeux. Je ne parle pas encore de cette autre absurdité que, dans un seul et même moment, les mêmes images seraient apportées à chacun de ceux qui verraient les mêmes choses, fussent-ils innombrables. Si, au contraire, un esprit (fluide) visuel sortait de l'œil, il ne pourrait, en aucune façon, se dilater avec une assez grande diffusion, pour qu'en se répandant autour des choses exposées à la vue, il pût les embrasser toutes. Car que serait-ce là autre chose que cette fabuleuse goutte d'eau des Stoïciens qui se mélange à la mer tout entière ? Il reste donc seulement à dire que l'air, largement répandu autour de nous et des corps, est au moment où nous voyons un instrument tel qu'est toujours le nerf dans notre corps. En effet, l'air qui nous entoure paraît affecté par sa rencontre avec l'esprit visuel comme il l'est par l'éclat du soleil. Sitôt que cet astre, en effet, a touché l'air à son extrême limite, il y répand dans toute l'étendue sa puissance lumineuse. De même l'éclat de notre vue venant à travers les nerfs optiques, doué d'une substance spirituelle (fluide igné), lorsqu'il tombe sur l'air, produit, par ce premier choc sur lui, une altération qui propagée par le corps continu qui nous entoure, se répand au loin et au large. Nous reconnaissons évidemment qu'il en est ainsi de la puissance du soleil. Si nous mettons un corps opaque au milieu de l'air, aussitôt l'air, ainsi séparé du reste, est privé d'éclat. Il s'ensuit donc que cette portion d'air, après avoir reçu l'illustration, n'a pas persévéré dans cet état. Il en est de même si vous coupez le nerf : toute la partie séparée du cerveau devient aussitôt insensible. Il s'ensuit donc que l'air et le nerf éprouvent une affection semblable. La chaleur et le froid restent quelque temps dans l'air, mais sa lumière disparaît sitôt qu'il cesse d'être éclairé. La propriété dont nous parlons est commune à tous les nerfs, mais le nerf de la vue la possède par excellence. Lui seul présente cette particularité d'être perforé

dans sa partie la plus intime, et c'est par là que découle de la cervelle une abondante substance fluide (*spiritalis*) jusqu'au siège des yeux. Au-delà du nerf se trouvent, sous deux tuniques, deux humeurs orbiculaires et globuleuses (le corps vitré et le cristallin), d'une parfaite transparence. Le vitré reçoit d'abord le canal nerveux qui se rend à tous les deux. Ce canal, avec le nerf qui l'entoure, à la première entrée qu'il fait dans l'œil, après avoir pénétré la tunique externe, est affecté de ces deux façons : il mêle l'esprit (le fluide cérébral) avec les humeurs (vitrée et cristalline), et c'est ce fluide qui rend leur substance sensitive ; ensuite, le corps même du nerf épanoui et étendu embrasse l'humeur vitrée, et sa tête vient s'insérer au grand orbe du glacial, de telle sorte que la figure du nerf, ainsi étendu et largement étalé, paraît semblable à un réseau. C'est à cause de cela que ce corps a été appelé tunique *amphiblestroïde* ou réticulaire (la rétine).

Aucun autre organe des sens ne paraît tenir de si près au cerveau que l'œil. Aucun, dans ses cavités, ne contient une si grande abondance d'esprit animal, et c'est avec sagesse qu'il a été ainsi construit, puisqu'il devait se servir de l'air ambiant pour instrument. Car l'air est pour l'œil l'instrument dont il se sert pour distinguer les objets sensibles qui lui sont propres, comme le nerf l'est pour le cerveau. Il y a donc le même rapport de l'œil à l'air que du cerveau au nerf.

Le sensible propre de la vue est le genre des couleurs. C'est la vue seule qui perçoit les couleurs, comme le goût les saveurs, et c'est d'abord ce qu'elle perçoit. Elle perçoit ensuite le corps coloré, comme le goût le corps sapide. Ils diffèrent cependant tous les deux en ce que le goût et les autres sens attendent que le sensible vienne s'offrir à eux, tandis que *la vue s'étend au corps coloré* par le moyen de l'air interposé.

Comparaison des doctrines d'HIPPOCRATE et de  
PLATON, VII, cap. 5.

Du reste, GALIEN, si sage comme anatomiste, ne s'est pas encore soustrait comme philosophe, à la doctrine ancienne des éléments établie par EMPÉDOCLE :

La vue seule, dit-il, atteint son objet sensible propre en se servant de l'air intermédiaire, non comme d'un bâton, mais comme d'un membre (ou organe) qui lui est lié par conformité et par parenté, et ce don privilégié lui a été ac-

cordé à elle seule, de même aussi que de voir à l'aide de l'air par réflexion. C'est pour cela qu'elle a eu besoin d'esprit lumineux coulant d'en haut, lequel venant à rencontrer l'air, le rendit par une certaine percussion, semblable à lui-même. C'est donc avec justesse que l'instrument de la vue est lumineux; celui de l'ouïe, aérien; de l'odorat, vaporeux; du goût, humide; du toucher, terrestre. Car cela ne peut se faire d'aucune autre façon, puisqu'ils résultent de l'altération des semblables (1), et c'est ce qu'EM-PÉDOCLE a voulu exprimer dans ces vers :

Nous connaissons la terre par la terre, et l'eau par l'eau,  
Par l'air nous distinguons l'air, et le feu par le feu.

C'est, en effet, par le sens terrestre, c'est-à-dire, le toucher que nous distinguons la nature terrestre qui est dans les choses; par le plus lumineux qui est la vue, la nature lumineuse; de même que ce qui est aérien par l'ouïe, qui est le sens qui se rapproche le plus de l'air. Semblablement, c'est par le goût, qui de sa nature est humide et spongieux, que nous connaissons les qualités des saveurs. Il ne reste plus que l'instrument de l'odorat, qui n'a pas son siège comme on le pense généralement dans les canaux des narines, mais aux extrémités des sinus antérieurs du cerveau où aboutissent les canaux des narines. Or on sait que, dans cette partie, les ventricules du cerveau sont surtout vaporeux.

C'est là un cinquième sens, quoiqu'il n'y ait que quatre éléments, parce que le genre des odeurs a reçu une nature entre l'air et l'eau.

Comparaison des doctrines d'HIPPOCRATE et de  
PLATON, chap. 6.

(1) Et ailleurs : car pour dire la chose en un mot, le semblable pour le semblable est connu et familier (*ut in summa dicam, simile simili notum est et familiare*).

*De usu partium*, lib. VIII, cap. 6.

Ne nous moquons pas trop de ces doctrines *a priori* des Pères de la science. Elles ont certainement un fond de vrai; aussi lorsque nous voyons le bout de nos expériences et de nos mathématiques, sans pouvoir expliquer une chose, nous revenons, comme malgré nous, à ces principes. Notre illustre LAPLACE n'a-t-il pas proposé une théorie des couleurs accidentelles fondée sur l'attraction du soi pour soi.

Voir *Encyclopédie méth. Diction. de physique*, t. II, page 591.

L'humeur cristalline de l'œil est l'organe principal de la Vision. Ce qui le prouve bien clairement, c'est ce que les médecins appellent des *taies* (*upochumata*, obscurcissements), lesquelles se tenant entre l'humeur cristalline et la tunique cornée, font obstacle à la vue jusqu'à ce qu'on vienne à les enlever avec une aiguille.

*De l'usage des parties*, liv. X.

GALIEN fait probablement allusion, en cet endroit, à l'opération de la cataracte par abaissement, que les anciens savaient faire, quoiqu'ils ne sussent pas distinguer en quoi consistait réellement la nature de cette affection. CELSE l'a admirablement décrite (*de re medicâ*, lib. VII, cap. 7). Mais dans la pensée de GALIEN, il ne s'agissait ici que d'une fausse cataracte, ou d'un corps opaque entre le cristallin et la cornée.

« Le nerf optique s'insère dans le cristallin et il s'y termine, parce que c'est là que se termine sa fonction. Pour plus de sûreté, l'insertion se fait suivant un grand cercle. »

« Le corps vitré est la *nourriture* du cristallin qui avait, en quelque sorte, besoin d'un aliment domestique et familier. Car le corps vitré, par sa densité et sa blancheur, s'éloigne autant du sang que lui-même est dépassé en limpidité et en blancheur par le cristallin. Aucun des deux ne reçoit de veines. Ils se nourrissent par transusception ou imbibition (chap. 1). »

« La *rétine* n'est point une tunique proprement dite, ni pour la couleur, ni pour la substance. Si vous l'enlevez et que vous la mettiez en tas, elle vous paraîtra une partie détachée du cerveau. Son utilité est donc très grande et du premier ordre. C'est pourquoi elle a été envoyée d'en haut, afin que *quand le cristallin est modifié elle le sente*, et, en outre, pour qu'elle conduise et apporte à l'humeur vitrée sa nourriture. Aussi voit-on qu'elle est remplie de vaisseaux sanguins plus nombreux et plus gros qu'il ne semblerait convenir à sa faible épaisseur. »

« La rétine et la choroïde, qui l'enveloppe, viennent s'insérer circulairement au cristallin, afin que la rétine puisse transmettre plus sûrement au cerveau les impressions qu'affecteront cet organe. »

« Le cristallin est porté dans l'humeur vitrée, comme une demi-sphère dans l'eau. »

*Ibid.* chap. II.

Il y a des auteurs, VITELLION, entr'autres, qui ont regardé l'humeur aqueuse comme l'excrément du cristallin. GALIEN lui assigne un rôle plus noble : « Elle est destinée, dit-il, à humecter le cristallin, l'uvée et la cornée, et à prévenir ainsi les concrétions qui produisent la *glaucosie* ou défaut d'humidité, affection habituelle de la vue des vieillards. »

*De l'usage des parties*, chap. VII.

Dans le livre VII de la *Comparaison des doctrines d'Hippocrate et de Platon*, GALIEN résume sa théorie des nerfs : « J'ai montré, dit-il, que les nerfs, sortent du cerveau comme de leur source. Ce qui le prouve, c'est leur nature. Car ils sont formés, comme le cerveau, d'une triple substance, à savoir : de la matière cérébrale elle-même et de ses deux enveloppes, la membrane ténue et la membrane dure. Ce fait, qu'ÉRASISTRATE avait d'abord inéconnu, a été enfin constaté et affirmé par lui. Mais c'est à tort qu'il supposé que la sensibilité résidait dans les enveloppes du nerf. Cette erreur tenait à ce que ÉRASISTRATE n'avait pas fait (comme lui GALIEN) de nombreuses vivisections. Il se fondait seulement sur cette observation, que quand les bœufs qu'on sacrifie sont frappés d'un coup qui atteint la membrane-enveloppe du nerf de la moelle épinière, ils succombent immédiatement. Mais en y regardant de plus près il aurait reconnu que cela n'arrive pas parce que la membrane est divisée, mais parce que du même coup la partie interne du nerf a été profondément attaquée. Car (ainsi que l'a fait GALIEN) on peut enlever les deux membranes-enveloppes du nerf ou les couper circulairement sans paralyser l'animal ou le faire périr, pourvu que la partie interne du nerf (qu'il appelle le ventricule) reste intacte. Mais si cette dernière est coupée, il s'ensuit immédiatement privation de sensibilité et de mouvement. »

Quant à la nécessité du fluide animal coulant à travers les nerfs ; voici comment en parle GALIEN :

« Il y a des gens, dit-il, qui croient que, sans aucune émission de substance, la puissance du cerveau peut se transmettre aux organes, comme celle du soleil se transmet à l'air ambiant, sans rien lui envoyer de sa substance, qui se conserve sans subir de changements. Mais nous avons des faits à l'appui de notre opinion. Nous avons trouvé que, dans les grands animaux, les nerfs optiques sont manifestement perforés, et à quoi bon, si ce n'est

pour conduire l'esprit qui vient aux yeux? Et, en effet, il y coule quelque chose. Car, quand on ferme un œil, la pupille de l'autre se dilate, preuve qu'il lui arrive alors quelque chose de plus qu'il ne lui arrivait auparavant. C'est même par ce moyen que les médecins s'assurent si une taie sur l'œil est accompagnée, oui ou non, de la perte totale de la vue. Car en fermant cet œil, s'il n'est pas perdu, la pupille de l'autre se dilate (1).

» Il me paraît qu'il y a probabilité à admettre qu'il y a un esprit à descendre du cerveau dans les yeux par les nerfs optiques : que cet esprit s'unit au premier contact avec l'air ambiant, et que selon sa nature propre, ce contact le modifie et l'altère, mais qu'il ne va pas au-delà.»

Chap. 3 et 4.— Voir aussi de l'*Usage des parties*, liv. VIII, chap. 6, et liv. XVI, chap. 3.

GALIEN parle aussi des impressions lumineuses trop vives qui peuvent blesser la vue, et de l'effet du contraste de deux lumières de force très inégales.

*De l'Usage des parties*, chap. 3, liv. X.

Ce n'est qu'avec répugnance que GALIEN a traité, dans ses ouvrages, la partie mathématique de la théorie de la Vision. Il déclare que la plupart des médecins de son temps étaient très ignorants en mathématiques, et poursuivaient de leur haine et de leur mépris ceux de leurs confrères qui avaient acquis quelque habileté dans ces sciences. C'est ce qui lui était arrivé à lui-même. Tant qu'on ne le crut que médecin, on eut confiance en son savoir; on le consulta, on rechercha son amitié. Quand on sut qu'il s'occupait d'autre chose que de médecine, ses confrères le dénigrèrent et lui tournèrent le dos. Ce préjugé, on le sait, n'est pas encore totalement détruit. Les hommes de spécialité, en général, ont peu d'estime

(1) Cette observation est confirmée par la suivante: «ÆPINE avait percé un trou d'un dixième de ligne dans une lame de plomb fort mince, et regardant avec l'œil gauche par ce trou, il lui parut plus grand lorsqu'il fermait l'œil droit, et plus petit lorsqu'il avait les deux yeux ouverts, sans augmenter ni diminuer la distance de l'œil au trou. Il reconnut que cela venait de ce que la *prunelle de l'œil se dilatait* lorsque l'autre était fermé.

*Optique* de SMITH, trad. de PRZENAS, t. II., page 419.

pour l'homme de leur métier qui s'avise de sortir du cercle étroit où ils se renferment ; et cependant toutes les grandes découvertes n'ont été faites, dans chaque spécialité, que par les hommes de science universelle. Il suffit de citer GALILÉE, NEWTON, LEIBNITZ, LAVOISIER.

GALIEN donc avait d'abord résolu de laisser de côté la partie mathématique de l'optique oculaire. Mais un songe vient l'avertir qu'il néglige ainsi ce qu'il y a de plus divin dans l'organe de la vue : Il y aurait, dans cette négligence, de l'impiété à l'égard du Grand Ouvrier dont il ne révélerait pas l'immense prévoyance. Il se détermine, en conséquence, à la fin de son beau traité de *l'usage des parties*, à expliquer aussi ce qu'il y a, sous ce rapport mathématique, de merveilleux dans la composition du corps des animaux.

Il commence par donner les définitions de la droite, du cercle et du cône, d'une manière familière et qui indique suffisamment que les lecteurs auxquels il s'adresse étaient étrangers aux notions les plus élémentaires des mathématiques.

Les rayons visuels se transmettent en ligne droite. Si vous avez vu, dit-il, les rayons du soleil pénétrer par une ouverture étroite et continuer leur route sans dévier, dans la même direction, il vous faut concevoir qu'il en est ainsi de la route suivie par les rayons de la vue. Ces rayons forment un cône dont le sommet est dans l'œil et la base sur l'objet. Il y a un cône pour chaque œil, et leurs bases se superposent *en partie*. C'est de là que résulte l'unité de la Vision. Si le corps qu'on regarde du seul œil *droit* est trop près, il paraît un peu plus à *gauche* qu'il n'est réellement. Au contraire, s'il est trop loin, il paraît un peu trop vers la droite. La même chose doit s'entendre de l'œil gauche. Mais quand il est vu des deux yeux à la fois, alors il est vu *au milieu* des positions que chaque œil lui assignerait.

Si on détourne une des prunelles de sa direction naturelle, avec le doigt ou autrement, les objets paraissent doubles. Il admet cependant que tant que les axes optiques restent dans le même plan, la Vision n'est pas double. Il en résulte seulement que les objets vus de chaque œil sont ou un peu plus à gauche ou un peu plus à droite ; ce qui modifie la position moyenne de l'objet vu des deux yeux à la fois. C'est pour cela que ceux qui louchent naturellement ne voient pas double.

Avec un seul œil, on voit distinctement, car les borgnes

peuvent enfilet des aiguilles et couper en deux des objets très déliés. C'est que l'habitude du toucher vient au secours de la vue pour apprécier les distances.

Il explique, à l'aide d'une figure géométrique, comment il résulte, de la superposition *partielle* des deux cônes visuels, un champ de Vision plus grand pour les deux yeux, et par suite le *déplacement* apparent des objets, quand on ouvre et quand on ferme alternativement l'un ou l'autre œil.

Si quelqu'un se tient près d'une colonne et qu'il regarde les objets situés des deux côtés au-delà, en fermant alternativement chaque œil, il voit disparaître alternativement certains objets à droite et certains objets à gauche. S'il s'éloigne de la colonne et qu'il la fixe avec les deux yeux, quand il vient ensuite à *fermer* l'œil *droit*, la colonne saute à droite; si c'est l'œil *gauche*, elle saute à gauche; au contraire, en *ouvrant* l'œil *droit*, la colonne saute à gauche, et si c'est l'œil *gauche*, à droite. On peut faire la même observation sur la lune ou sur une étoile.

Pourquoi les deux nerfs optiques s'écartent-ils de la ligne droite en, sortant du cerveau, et vont-ils se réunir pour se diviser de nouveau avant de pénétrer dans les yeux? Il y a trois opinions à cet égard. Les uns ont dit que les nerfs suivaient cette direction oblique, parce que s'ils étaient droits, ils seraient plus exposés à se rompre. Les autres, qu'ils se réunissaient pour se communiquer leurs affections, les partager, et par-là diminuer en chacun d'eux la souffrance. Les troisièmes, que cette réunion avait lieu parce qu'il fallait que tous les sens eussent une même origine. Pour éviter les traits de l'envie qu'une nouvelle opinion devait lui attirer, il se serait volontiers borné à adopter le sentiment des premiers, en y ajoutant seulement que les deux nerfs sont destinés à se suppléer en cas d'accident ou de maladie, ou même de permettre à l'un des yeux d'attirer à lui la force de l'autre, quand celui-ci est fermé. C'est ce qui arrive en effet. Car si on met une cloison ou simplement la main dans la direction du nez, et qu'on regarde avec les deux yeux les objets à droite et à gauche, quand on en fermera un, on verra plus clairement les objets qui resteront exposés à la vue de l'autre. Mais il a reconnu que cette raison n'est pas la seule ni même la principale, et le même commandement qu'il avait reçu plus haut l'oblige à dire que la soudure des deux nerfs optiques a surtout pour but de faire que les objets que nous voyons ne nous paraissent pas doubles.

*De l'usage des parties*, chap. 12 et 14, liv. X.

N° 14.

EXTRAITS DE ALHAZEN.

Le traducteur d'ALHAZEN, Fréd. RISNER suppose que le savant arabe vivait vers l'an 400, et qu'il fut contemporain d'AVICENNE, d'AVERRHOËS et de ZOHAR. M. CAUSSIN, dans un mémoire sur l'optique de PTOLÉMÉE (Acad. des Inscriptions, 1822, tom. VI) est plus précis. Il le fait mourir en 458. (L'an 436 de l'Hégire.) Il croit de plus que c'est bien le même personnage, que l'astronome connu sous le même nom (1).

C'est au célèbre RAMUS qu'on doit le plus de reconnaissance pour la traduction du livre d'ALHAZEN. Il s'était procuré deux manuscrits arabes de cette optique qu'il confia à Fréd. RISNER, qui travaillait avec lui et sous sa direction, depuis plusieurs années. Lorsque RAMUS, en 1567, par suite de la guerre civile, fut obligé d'abandonner la France, il emmena RISNER avec lui, à Basle, sauvant avant tout de sa bibliothèque, déjà une fois saccagée par les catholiques, les précieux manuscrits arabes. Là, il occupa RISNER une année entière à restituer le texte d'ALHAZEN et à le mettre en ordre avant de le traduire.

Autant que RISNER a pu en juger, cet *admirable* auteur a peu emprunté aux anciens traités d'optique des Grecs. Il n'y a, en effet, dans ALHAZEN, dit RISNER, presque rien de ce qui se trouve dans EUCLIDE et PTOLÉMÉE : « il avait peut-être pris quelque chose à ARCHIMÈDE, à APOLLONIUS, à AVENELLUS, qui avaient composé des traités qui sont perdus, ou encore à DAMIAN et à d'autres opticiens, dont les livres ne me sont pas encore tombés entre les mains. » M. CAUSSIN, au contraire, est convaincu qu'ALHAZEN a eu connaissance de l'*optique* de PTOLÉMÉE. Il est d'ailleurs évident aussi pour nous, qu'il a connu les ouvrages de GALIEN, auquel il emprunte presque toute la partie *physiologique* de la théorie de la Vision.

Enfin, RISNER lui-même dit plus loin « qu'ALHAZEN reconnaît avoir lu les anciens opticiens, lorsqu'il parle de

(1) Mémoires de l'Acad. des inscriptions et belles-lettres, 1822, pages 22-23.

l'illusion qui arrive dans les miroirs sphériques, livre VI, chap. 4, et lorsqu'il dit que la vue perçoit toutes les choses visibles par *refraction*, liv. VII. chap. 6. Mais cela n'enlève, à nos yeux, rien du mérite d'ALHAZEN, qui, comme *physicien*, est bien supérieur à tous ses devanciers, et même à tous ceux qui sont venus après lui jusqu'à KÉPLER.

Le traducteur a un peu remanié le texte original. Comme il y trouvait une grande confusion, il l'a divisé en livres et chapitres ou propositions distinctes. Il a revu toutes les démonstrations, les a corrigées et restituées, d'après EUCLIDE, APOLLONIUS et autres mathématiciens. Il a refait les figures de toutes les propositions. Il ajoute cependant que dans *les choses* et dans *les mots*, il s'est efforcé de ne changer que ce qui était nécessaire pour éviter l'obscurité des choses et l'ambiguïté des mots. C'est ainsi, par exemple, qu'il a donné à l'ouvrage le titre d'*optique*, au lieu de celui de l'original qui serait traduit littéralement par *de aspectibus*. Il a d'ailleurs eu soin de mettre ses commentaires entre parenthèses. Ainsi, sauf les titres des livres et chapitres, les divisions en propositions, les démonstrations mathématiques et les figures, nous avons dans cette traduction latine, l'œuvre d'ALHAZEN; or ce n'est rien de tout cela qui fait le mérite du physicien arabe. Nous pouvons donc fort bien l'apprécier par cette traduction.

Elle est divisée en sept livres. Les trois premiers traitent de la Vision directe, des qualités qu'elle nous fait percevoir dans les objets extérieurs, des erreurs ou des illusions dont elle est susceptible. Les livres IV, V et VI traitent de la Vision par réflexion ou de la catoptrique. Le septième et dernier est consacré à la Vision par réfraction. Mais ALHAZEN fait remarquer que c'est improprement qu'on parle de la Vision simplement directe et réfléchie: parce que toute Vision, en tant qu'elle se fait dans l'œil et par l'œil, a toujours lieu par *réfraction*.

Rien qu'à voir le début du livre d'ALHAZEN, on reconnaît que c'est un physicien, un homme d'observation et d'expérience, qui l'a écrit. En effet, il ne commence pas par des axiomes, des définitions et des démonstrations géométriques, comme les autres opticiens, et particulièrement VITELLION, qui probablement par-là a voulu se montrer supérieur à celui qu'il devait ensuite, dans toute la partie *physique*, copier presque textuellement. Il ne fait pas non plus de métaphysique sur la nature de la lumière et des

éléments. Non, il procède en vrai physicien : ses définitions sont des exposés de phénomènes et des résultats d'observations ou d'expériences. Voici en effet comment il débute :

1. — La lumière par elle-même et les couleurs illuminées produisent sur la vue une certaine opération ou impression.

Il le prouve par la douleur que nous fait éprouver une trop forte lumière, comme celle du soleil, d'où résulte pour nous l'impossibilité de bien voir cet astre. Il en est de même quand nous regardons fixement l'image du soleil réfléchi dans un miroir bien poli, ou un corps d'un blanc pur, vivement éclairé par le soleil, ou la lumière du jour, ou la flamme d'un feu ardent vue directement ou par réflexion, ou encore l'ouverture d'une chambre obscure à travers laquelle on aperçoit le ciel éclairé ; dans tous ces cas, l'impression lumineuse forte, faite dans l'œil, s'y conserve pendant quelque temps ; elle nous empêche de distinguer les objets visibles placés dans un lieu peu éclairé, comme si un voile était interposé entre l'œil et ces objets ; mais ce voile disparaît peu à peu. L'impression, d'ailleurs, subsiste même après que l'œil est fermé, et elle reproduit la *forme* de lumière que nous avons long temps considérée. Tout cela indique que la lumière produit sur la vue un certain effet (*operatur in visum operationem*). En outre, si vous avez long-temps contemplé un tapis de verdure formé d'herbe épaisse, éclairé par la lumière du soleil, en tournant les yeux vers un lieu obscur, vous y verrez se peindre la forme colorée par la verdure de ces herbes : si ensuite vous portez les regards sur des objets blancs, placés dans un lieu peu éclairé, leurs couleurs se mêleront au vert, et si vous fermez l'œil vous conserverez dans l'œil la même forme de lumière et la même forme de vert. Mais à la longue elle disparaîtra. Il en sera de même si on contemple un corps bleu ou rouge, ou de tout autre couleur fortement *scintillante*, éclairé par le soleil ; en portant ensuite les yeux dans un lieu peu éclairé, sur des objets visibles blancs, ces couleurs *se mêleront* à la première. Cela prouve donc que les couleurs illuminées produisent un effet sur l'œil.

2. — Une lumière forte cache quelques objets visibles qui ne se manifestent que par une lumière faible, et réciproquement une lumière faible cache certains objets qui ont besoin d'une lumière forte pour se manifester.

Nous voyons les étoiles la nuit et non le jour, et il n'y a d'autre différence sinon que, pendant le jour, l'air, qui est

entre le ciel et notre œil, est illuminé, et qu'il est obscur pendant la nuit. De même, si dans l'obscurité un feu éclaire fortement tout autour de lui, et que nous regardions de petits objets qu'il éclaire faiblement de côté, nous les verrons; mais si ces objets sont au-delà, de manière que le feu s'interpose entre eux et nous, nous cesserons de les voir, à moins que nous ne placions un écran de manière à nous dérober la vue du feu. Ces expériences prouvent donc que les lumières fortes qui tombent sur la vue et sur l'air, entre l'œil et la chose visible, empêchent qu'on ne distingue certains objets qui n'ont que des lumières faibles. Au contraire, si quelqu'un regarde un corps poli sur lequel se trouvent de fines sculptures en creux ou en relief, de même couleur que le corps, ou une page écrite en petits caractères, et qu'il en dispose la surface de manière à recevoir la lumière du soleil directement réfléchi par ce corps, il ne pourra voir ni ces fines sculptures ni ces petits caractères; mais il les verra en éclairant médiocrement la surface, de manière que la réflexion directe se fasse sur un autre point que sur l'œil. De même, quand une flamme faible sera au milieu d'une lumière faible, on l'apercevra, mais son éclat disparaîtra dans la lumière du soleil. Un corps dense qui est en feu apparaît, en l'absence du soleil, coloré d'une forte couleur scintillante. Alors, s'il y a auprès de ce corps, un autre corps blanc, placé dans l'ombre ou dans une faible lumière, la couleur du premier se projettera, comme nous l'avons dit, sur le second; mais en le faisant venir au jour, cet éclat d'emprunt disparaîtra, pour reparaitre quand il sera ramené dans l'ombre. En l'absence du soleil et du feu, il reprendra sa couleur propre. — Si on éclaire à un feu brillant un corps diaphane coloré et qu'on mette par derrière un linge blanc, il sera coloré par la couleur du transparent. Mais si on éclaire cette ombre colorée par un autre feu, la couleur disparaît et on ne voit plus que le blanc. Si on enlève le dernier feu, la couleur du transparent reparait sur le linge. Il faut encore citer certaines coquilles ou carapaces d'animaux qui brillent dans l'obscurité et non au jour. Les noctiluques brillent la nuit, comme une lampe, sans qu'on puisse distinguer l'animal qui jette cette lumière, tandis qu'au jour on ne voit que l'animal.

**3.** — Les couleurs des corps se diversifient dans la vue selon la diversité des lumières qui les éclairent.

Les couleurs des corps denses (opaques ou peu transparents) colorés par des couleurs scintillantes, comme le

bleu d'azur, le rouge vineux, le bleu céleste, vus dans des lieux obscurs et à de faibles lumières paraissent troubles, et quand ils sont exposés à une forte lumière, ils révèlent leurs couleurs scintillantes et claires. Quand le vin d'une forte couleur rouge est versé dans une coupe de cristal, il paraît noir dans un lieu peu éclairé, mais il est rouge quand il est vu, soit par réflexion, soit par transmission à une vive lumière. Il en est de même des pierres précieuses colorées, ainsi que de la couleur des plumes de paons et de la couleur de cette étoffe qu'on appelle Amicalmon, formée de soie de deux couleurs, le *vert* et le *brun rosé* (*fusco-roseo*). La couleur de ces plumes et de cette étoffe *varie* dans différents instants de la journée, suivant la *diversité de l'incidence de la lumière* qui les éclaire.

Toutes ces dispositions diverses dans les couleurs signifient donc que les couleurs des corps colorés ne sont saisies par la vue qu'à l'aide des lumières qui les éclairent (mot à mot, *qui se lèvent sur elles, orientes super ipsos*). Les lumières fortes des objets visibles cachent quelquefois certaines choses. De même, les lumières faibles des objets visibles nous manifestent certaines choses qui sont dans ces objets, et d'autres fois nous en cachent certaines autres. Les couleurs des corps colorés sont quelquefois altérées par la lumière qui *se lève* sur eux. Les lumières fortes qui *se lèvent* sur l'œil lui-même l'empêchent quelquefois de saisir certains objets visibles, et cependant la vue ne saisit rien dans tous ces cas des objets visibles, à moins que la *forme* ne soit illuminée. Donc, ce que la vue saisit de la chose qu'elle voit, elle le perçoit à la fois par la lumière qui est dans cette chose, par la lumière qui tombe sur l'œil même dans la compréhension de la chose visible (c'est-à-dire par le cône qui embrasse cette chose), et enfin par la lumière qui tombe sur l'air interposé entre l'œil et la chose vue.

ALHAZEN, chap. 1, 2, 3, liv. 1.

On comprend qu'après une analyse si bien faite des impressions de la vue, ALHAZEN sera fondé à dire que la Vision ne peut être expliquée par des rayons émis par l'œil, et qu'il faut nécessairement supposer qu'il vient du dehors à l'œil quelque chose qui opère sur lui, qui le modifie, qui le fait souffrir diversement, suivant les circonstances extérieures et indépendamment de l'action de l'organe. Sans doute, dira-t-il, la vue est *active* en tant qu'elle perçoit ce qu'elle sent; mais elle est *passive* en tant qu'elle sent ce qu'elle reçoit.

Le chapitre IV est consacré à la description de l'œil. Bien qu'évidemment empruntée à GALIEN, nous croyons devoir reproduire ici cette description, du moins en partie, parce que quelques siècles encore après ALHAZEN, les auteurs d'optique ne faisaient que la copier sans y rien changer.

#### 4. — De la composition de l'œil.

L'œil est composé de tuniques et de corps divers. Il a son principe et son origine dans la partie antérieure de la cervelle. C'est en effet de deux points de cette partie antérieure du cerveau que prennent naissance deux nerfs semblables, enveloppés de deux toiles qui ne sont que le prolongement des deux toiles de l'encéphale. Ces deux nerfs se dirigent vers le milieu de la partie extérieure et antérieure du cerveau ; ils concourent ensuite et forment un seul nerf optique. Puis ce nerf se divise et il se forme de nouveau deux nerfs égaux et semblables, qui s'étendent à partir de là jusqu'à ce qu'ils parviennent aux deux cavités osseuses qui contiennent les deux yeux. Au milieu de ces deux os concaves sont deux trous percés de la même manière, et leur situation par rapport au nerf commun est semblable. Les deux nerfs entrent donc par ces deux trous et en sortent dans la concavité des deux os où ils se dilatent et s'étendent largement, et leur extrémité prend en quelque sorte la forme d'un entonnoir. Chacun des yeux est établi sur cette extrémité du nerf et y est intimement soudé. La situation des deux yeux est tout à fait semblable par rapport au nerf commun. Chacun d'eux est composé tout entier de plusieurs tuniques (suit l'énumération)

Au dedans de la concavité de l'uvée est une sphère blanche, humide, et d'une humidité capable de recevoir les formes visibles. La diaphanéité de cette matière n'est pas très forte, elle a une certaine consistance (*spissitudo*), et sa diaphanéité est comparable à celle de la glace, et c'est pour cela qu'on l'a appelée *glaciale* (*glacialis*). Cette sphère glaciale repose immédiatement sur l'extrémité de la concavité du nerf. A la partie antérieure il y a une petite compression que l'on peut comparer à la compression de la surface d'une *lentille*. La surface de sa partie antérieure est donc une portion de la surface d'une sphère plus grande que la surface sphérique qui renferme les deux trous opposés (la pupille et le trou du nerf). La compression est vis-à-vis du trou qui est à la partie antérieure de l'uvée, et elle est semblablement placée par rapport à cette ouverture. La totalité de l'humeur glaciale se divise en deux parties de *diaphanéité différente*, l'une antérieure, l'autre postérieure.

La diaphanéité de la partie postérieure est comparable à celle du verre fondu et elle est pour cela appelée *humeur vitrée*. Ces deux parties sont réunies ensemble par une toile très ténue qu'on appelle *toile d'araignée*, parce qu'elle est, en effet, comparable à une toile d'araignée. Le trou rond qui est dans la partie postérieure de l'uvée est, dit-on, à l'extrémité de la concavité du nerf. La sphère glaciale est appuyée contre ce trou, dont la circonférence, qui est l'extrémité même du nerf, embrasse le milieu de la sphère glaciale. On dit encore que l'uvée se rattache par son origine à la plus interne des deux tuniques des nerfs optiques, et que l'origine de la cornée est dans leur tunique externe. L'humeur aqueuse remplit tout l'espace entre la cornée et la sphère glaciale qui vient ensuite. Cette sphère repose sur la concavité du nerf par sa partie postérieure ou humeur vitrée, qui se moule sur cette concavité elle-même. Les humeurs se suivent donc dans cet ordre : la cornée, l'humeur aqueuse, la glaciale et la vitrée : toutes sont diaphanes, et le trou qui est dans la partie antérieure de l'uvée est opposé au trou de la concavité du nerf. On dit encore qu'un *esprit visuel* est émis de la partie antérieure du cerveau, qu'il traverse les canaux des deux premiers nerfs, parvient ainsi au nerf commun qu'il remplit, puis, coulant à travers les *seconds* nerfs optiques, il arrive enfin au glacial, auquel il donne la faculté visuelle.

5. — Toutes les parties de l'œil gardent entre elles les mêmes positions relatives pendant le mouvement de l'œil et pendant son repos.

Il y a entre le contour de la sphère glaciale unie à l'uvée et le trou de l'os orbital, par où sort le nerf optique, un certain intervalle. Le nerf s'étend un peu dans cet espace depuis l'orifice du trou jusqu'à la circonférence du glacial, où il se dilate sous forme pyramidale. Plus il s'éloigne du trou, plus il s'épanouit..... Le globe de l'œil tout entier peut donc se mouvoir en tournant sur le nerf qui, à cause de son prolongement, peut se prêter à des mouvements assez étendus.

6. — L'œil tout entier et la sphère de l'uvée n'ont pas le même centre. Le centre du globe de l'œil est plus enfoncé dans l'orbite que le centre de l'uvée.

7. — Le centre qui joint les centres des sphères de la cornée et de l'uvée, passe par le centre de l'œil et le milieu du nerf optique.

8. — Le centre de la sphère de la cornée et celui de

l'humeur aqueuse sont un seul et même point plus profond que celui de l'uvée.

9. — La droite qui joint les centres des sphères glaciale, cristalline et uvée, étant prolongée, tombe sur le centre du cercle qui unit les sphères cristalline et vitrée avec l'uvée, et il est perpendiculaire à ce cercle.

10. — Le centre de la sphère cristalline est plus profond que le centre de la sphère vitrée.

11. — Les centres des sphères cristalline, vitrée et uvée, sont sur une même droite qui passe au milieu de la concavité du nerf optique.

12. — Le centre du globe de l'œil entier, du cristallin, des deux surfaces de la cornée et de la convexité de l'humeur albugineuse est un même point. (Les surfaces de ces différents milieux sont donc sphériques concentriques.)

ALBAZEN, chap. IV.

---

## Chapitre V. — De la qualité de la Vision.

---

14. — La vision se fait par des rayons venant extérieurement à l'œil des objets visibles.

Nous avons déjà dit plus haut que de tout corps illuminé de quelque manière que ce soit, il part de la lumière dans toute direction. Donc, quand l'œil sera opposé à un corps ainsi illuminé, il arrivera de la lumière à sa surface externe. Or, nous avons établi que c'est une propriété de la lumière d'*agir* sur l'organe de la vue, et une propriété de cet organe de *pâtir* de la lumière (*pâtir ex luce*). Nous avons vu aussi que la *forme de la couleur* du corps, de quelque manière qu'il fût coloré et illuminé, arrivait toujours à la vue avec la forme de la lumière; de sorte que ces deux choses sont inséparables. La vue ne sent donc la lumière que mélangée à la couleur, et par conséquent il ne peut y avoir sensation de la lumière et de la couleur d'aucune chose, que parce qu'il vient, de la surface de cette chose à l'œil, une forme ou image mêlée de lumière et de couleur. Or, l'œil est formé de tuniques dia-

phanes qui se touchent mutuellement. La plus extérieure, celle sur laquelle vient d'abord la forme est la cornée qui est immédiatement en contact avec l'air. La nature des corps diaphanes est de se laisser traverser par la lumière, de recevoir les formes de la lumière et de la couleur, et de les transmettre à ce qui se trouve derrière eux. La forme qui vient de la chose visible à la surface de l'œil passera donc en lui, à la faveur de la diaphanéité de ses tuniques et à travers le trou qui est dans la partie antérieure de l'uvée ; elle parviendra ainsi à l'humeur glaciale et y pénétrera à cause de sa diaphanéité..... Mais il ne suffit pas de dire, *comme l'ont fait jusqu'ici les auteurs*, que la vue sent les couleurs et la lumière qui sont à la surface de l'objet visible, parce qu'elles passent par la diaphanéité des tuniques de l'œil. Car si la forme de la couleur et de la lumière de chaque point s'étend en même temps sur toute la surface de l'organe, il y aura confusion des diverses formes de couleurs et de lumière. La vue ne saisira que ce mélange, ou elle ne saisira rien. Or cela est contraire à ce qui a lieu. Disons donc :

**15.** — La vue, par des points différents de la surface de l'organe, voit des points respectivement différents.

Si la vue sent, en un seul de ses points, la forme d'un seul point de la chose visible, alors les points de cette chose se distribueront par ordre à la surface de l'organe, comme ils le sont sur la chose elle-même, et la vue distinguera les objets qui lui sont opposés. Car, quand elle aura saisi la couleur d'un seul point par un seul point de sa propre surface, elle rapportera ce point unique, qu'elle perçoit séparément sur sa surface, à un point unique de l'objet, dont elle distinguera ainsi toutes les parties dans leur ordre relatif.

**16.** — L'humeur cristalline est le principal organe de la faculté optique. La Vision n'a lieu que par le moyen du glacial (cristallin), soit que la Vision se fasse par les formes venant à l'œil des choses visibles, soit qu'elle se fasse de toute autre façon.

Ce qui le prouve, c'est que la destruction du cristallin ou de sa transparence détruit la Vision, bien que les autres tuniques de l'œil soient intactes. En outre, si la cornée est opaque en quelques points, ou s'il y a un corps opaque dans les humeurs qui précèdent le cristallin, la Vision peut aussi être détruite, mais aussi on la rétablit en écartant les corps opaques de la direction des lignes droites, qui vont de la surface de l'œil au glacial. Ce qui montre

que la transparence de ces premières tuniques n'est destinée qu'à faire se continuer jusqu'au cristallin la transparence de l'air. La destruction de la vue, après l'interception des rayons rectilignes qui vont de la surface externe de l'œil au cristallin, prouve que c'est seulement suivant ces lignes droites que se fait la sensation sur cet organe.... Nous dirons donc que ce n'est pas à la surface de l'œil que la forme de couleur et de lumière qui vient d'un objet est sentie, mais bien sur le cristallin. Cette forme, en effet, traverse les tuniques superficielles de l'œil, parce que c'est le propre des corps diaphanes de se laisser ainsi traverser par les formes de lumière et de couleurs, qui s'y *étendent* (ou se propagent) en ligne droite : Nous l'avons déjà dit pour l'air, et nous le confirmerons pour tous les corps diaphanes. Or, nous le répétons, il n'est pas possible que le cristallin distingue qu'une forme est en lui, si ce n'est quand il ne sent en chacun de ses points que la forme de la lumière et de la couleur d'un seul des points de la chose visible. Il n'y a donc que la forme d'un seul point à lui parvenir en chacun de ses points. C'est ainsi seulement que la *Vision est distincte*. Pour cela, il faut que la lumière arrive de l'objet au cristallin par des droites distinctes, à savoir, une d'un point de l'objet au point correspondant du cristallin.

**17.** — La lumière pénètre en ligne droite à travers tous les milieux sur lesquels elle tombe perpendiculairement. Quand elle est oblique, elle se réfracte.

La lumière se propage en ligne droite dans un corps dont la diaphanéité est partout la même. Mais si elle vient à rencontrer un autre milieu d'une autre diaphanéité, elle ne continue à se mouvoir sur la même ligne droite, que quand elle est perpendiculaire à la surface du second corps diaphane. Si les rayons de la lumière sont obliques à la surface de séparation des deux milieux, ils s'écarteront plus ou moins de la perpendiculaire, selon leur obliquité ; mais les rayons ainsi déviés, une fois qu'ils ont pris leur nouvelle direction, continuent leur route en ligne droite dans le second milieu. (Ce qui sera prouvé à l'article de la *réfraction*, liv. VII.)

**18.** — La Vision distincte se fait par des lignes droites menées de l'objet visible perpendiculairement à la surface externe de l'œil, et par suite les différents points de l'image de l'objet occupent, sur la surface de l'œil, les mêmes positions relatives que sur l'objet visible.

Il résulte de ce qui précède, que de toutes les formes de lumière et de couleur qui viennent de chaque point de

l'objet visible à la surface de l'œil, dans une infinité de directions, il n'y aura à passer suivant la même droite, à travers la diaphanéité des tuniques superficielles, que celles qui tomberont à *angles droits* sur cette surface. Le reste sera *réfracté*, attendu que la diaphanéité de l'air n'est pas la même que celle des tuniques de l'œil, et les lignes suivies par les formes réfractées seront nécessairement des obliques à la surface de l'œil. Or, comme de chaque point de l'objet on ne peut mener qu'une seule perpendiculaire à la surface de l'œil, il n'y aura que la forme qui vient suivant cette droite à continuer sa route sans déviation à travers la diaphanéité des premières tuniques, et le point qui donnera cette forme sur le cristallin sera placé sur l'objet à l'extrémité de cette perpendiculaire à la surface de l'œil. De chaque point du cristallin il ne part également qu'une perpendiculaire à cette même surface (de la cornée), tandis qu'on peut mener une *infinité* de lignes obliques. Toutes celles de ces obliques qui passent par le trou de l'uvée (pupille) parviennent, aussi bien que la perpendiculaire, à la surface externe de l'œil. En sortant, ces lignes obliques seront donc réfractées, et quoique venant d'un même point du cristallin, elles parviendront au dehors, en des lieux différents, à des points des choses visibles, qui ne seront point directement opposés à la vue, et aucune d'elles ne viendra aboutir au point qui est à l'extrémité de la perpendiculaire (menée du point correspondant du cristallin sur la cornée). Cependant les points qui sont aux extrémités de ces lignes obliques appartiennent aux surfaces visibles, qui nécessairement envoient les formes de ces points, suivant ces directions. Ces formes parvenues rectilignement à la surface de la cornée, s'y réfractent et arrivent toutes, ainsi réfractées, au même point de la surface du cristallin, lequel est également celui où vient aboutir la forme du point de l'objet qui est à l'extrémité de la perpendiculaire menée à la surface de l'œil.

Il suit de là, que si le cristallin (*glacialis*) sent dans un seul point toutes les formes qui y arrivent dans toutes les directions, il sentira dans chaque point le mélange d'une multitude de formes et de couleurs différentes lui venant des choses exposées à cet instant à la vue. Il ne distinguera donc rien des points qui sont sur les surfaces visibles, et les formes des différents points des objets ne seront point ordonnées par rapport à ce point. Mais si le cristallin sent en un seul de ses points ce qui lui arrive dans une seule

direction, alors il distinguera les points qui sont sur les surfaces visibles. Or, il n'y a rien qui distingue les unes des autres et rien qui détermine les formes multiples qui arrivent en même temps, par réfraction au même point du cristallin. Au contraire, le point de l'objet dont la forme vient en droite ligne à un seul point du cristallin, suivant la perpendiculaire (à la cornée) est un point unique, et aucune forme ne vient avec celle-là suivant la même perpendiculaire, puisque toutes les formes réfractées prennent des directions obliques. Remarquons de plus, que les surfaces sphériques du cristallin et de la cornée ayant le même centre, leurs perpendiculaires sont communes. Donc la forme qui vient par la perpendiculaire se distingue de toutes les autres : elle est la seule qui tombe normalement à la surface de la cornée et à celle du cristallin. Mais l'effet de la lumière qui arrive suivant des perpendiculaires est plus fort que l'effet de la lumière qui vient par des lignes obliques. Cette forme qui arrive normalement sera donc plus distincte que toutes les autres, et par suite le point *unique* correspondant de l'objet visible sera vu plus distinctement que tout autre.

**19—20.** — La Vision se fait par une pyramide dont le sommet est dans l'œil et la base sur l'objet visible. Tous les mathématiciens s'accordent en ce point, que ce que la vue saisit des choses visibles, elle l'aperçoit par le moyen de lignes droites qui concourent au centre de l'œil, et ils appellent ces lignes, *lignes radiales*. Comme le centre de l'œil et le centre du cristallin coïncident, il s'ensuit que les lignes radiales concourent à ce point commun et sont à la fois perpendiculaires à la surface de l'œil et du cristallin.

**21—22.** — Pour voir, il faut que l'objet soit placé devant l'œil, que l'œil soit ouvert, et qu'il y ait entre l'œil et l'objet visible un milieu diaphane.

**23.** — La Vision ne se fait pas par des rayons émis de l'œil.

Il faut nécessairement que les rayons, qui établissent la communication entre nous et les objets visibles, nous apportent quelque chose de ces objets, autrement comment sentirions-nous les formes de lumière et de couleur propres à ces objets ? Or s'il faut que les rayons émis de l'œil aux objets nous en rapportent quelque chose, ils ne suffisent donc pas pour rendre compte de la Vision, et comme on peut s'en passer, ils sont au moins superflus et oiseux. Disons donc qu'en toute hypothèse, *il ne peut y avoir de*

*Vision*, s'il n'arrive quelque chose de l'objet visible à l'œil. Comment encore se rendre compte autrement de la nécessité d'un milieu transparent?... Nous croyons donc que la vue ne sent la lumière et la couleur de l'objet visible que par la forme (ou image) qui vient de la lumière et de la couleur de cet objet. Voici d'ailleurs d'autres objections contre la première hypothèse : si la Vision se fait par une chose qui sort de l'œil, cette chose est oui ou non un corps. Si c'est un corps, quand nous regardons le ciel et que nous voyons tous les astres qui y sont contenus, il faut qu'au même instant le corps visuel sorte de nos yeux, remplisse tout l'espace entre le ciel et la terre, et cela sans que la vue éprouve aucune diminution ; ce qui ne peut se soutenir.... Si ce qui sort de l'œil n'est pas un corps, il ne sentira pas l'objet visible, car il n'y a de sentiment que dans les corps.... Donc parler de rayons émis par l'œil, c'est ne rien dire. Aussi quand les mathématiciens se servent de cette expression, i's n'en font d'autre usage dans leurs démonstrations que comme de lignes imaginaires ; et c'est pour cela qu'ils les appellent simplement lignes radiales.

Il faut bien remarquer cependant que ce qui caractérise proprement la Vision c'est que l'œil ne perçoit dans l'objet visible par le *sens tout nu* de la vue (*sensu spoliato*), rien que la lumière et la couleur de l'objet, les autres choses que nous pouvons connaître des objets visibles par la vue, comme la figure, la grandeur et autres qualités semblables, ne sont pas perçues par le sens tout nu, mais par la raison et à l'aide de notions déjà acquises. Sur ce point, les mathématiciens et les physiciens sont parfaitement d'accord.

24. — On pourrait dire, à certains égards, que la Vision se fait tout à la fois par des rayons reçus et par des rayons émis.

Sans aucun doute, la sensation suppose que l'œil reçoit une forme de l'objet visible, que cette forme agit sur lui et qu'il souffre sous l'action de cette forme. Mais il faut aussi que l'œil se soit préparé à subir l'impression de la forme, qu'il ait pris une direction appropriée, c'est-à-dire celle où les lignes, par lesquelles il voit, sont perpendiculaires à sa surface.

Entendues de cette façon, les deux hypothèses sont également vraies et se complètent l'une l'autre.

25. — La Vision s'accomplit lorsque la forme visible reçue sur l'humeur glaciale (ou cristalline) est parvenue jusqu'au nerf optique.

Le *cristallin* est à la fois *corps diaphane* et *corps sensible*.

Il a assez de diaphanéité pour que les formes le traversent, mais en s'y imprimant dans toute sa substance, parce qu'elle joint à la diaphanéité une certaine consistance. Mais cette impression est faible. Il est en même temps préparé à recevoir ces formes et à les sentir. Ainsi donc la forme de lumière, parvenue à la surface du cristallin, opère sur lui et le cristallin en *souffre*, parce que c'est la propriété de la lumière *d'agir* sur la vue et la propriété de la vue de *souffrir* de la lumière. Cette opération que produit la lumière sur la cristallin, s'étend à tout son corps et le traverse selon la *rectitude* des lignes radiales (perpendiculaires à sa surface). La couleur accompagne la lumière quand elle traverse le cristallin, et elle teint les différents points de la forme dans l'ordre correspondant à celui des points de l'objet.

**26.** — Le sentiment qui commence au cristallin s'étend jusqu'au nerf optique et parvient à la partie antérieure du cerveau; c'est là qu'est le dernier sens et le dernier sujet sentant, parce que la *vertu sensitive* est dans la partie antérieure du cerveau (*illic est ultimus sensus et sentiens ultimum, quoddam est virtus sensitiva in anteriore cerebri*). Or c'est cette faculté qui perçoit les choses sensibles; et la vue n'est qu'un instrument de cette faculté. La vue reçoit les formes des choses visibles et elle les rapporte au sujet sentant dernier, et le dernier sujet sentant perçoit ces formes et par elles toutes les choses visibles qui y sont.

**27.** — Des deux yeux on ne voit, en général, qu'une seule forme du même objet.

Cela résulte de la situation semblable des deux nerfs optiques par rapport au nerf commun auquel ils aboutissent. Les deux formes reçues dans les deux yeux sur des points semblables des nerfs se rencontrent habituellement au point de concours de ces nerfs et se confondent. Quand la situation des deux yeux est naturelle, c'est ce qui arrive toujours. Mais quand les positions des deux yeux, et par suite celles des nerfs, cessent d'être symétriques, les deux formes ne se superposent plus et l'objet est vu double.

**28.** — Les corps parfaitement diaphanes reçoivent les formes de lumière et de couleur, et les transmettent aux corps qui sont derrière eux sans altérer la lumière et la couleur. La modification qu'éprouvent les diaphanes par cette transmission, n'est donc pas permanente. Les formes peuvent donc *s'étendre* dans ces milieux, suivant des droites parallèles, sécantes ou autres, sans se gêner mutuellement et sans se mêler.

29. — Ce qui le prouve, c'est que, si on place plusieurs chandelles au devant d'une chambre obscure dans laquelle on a percé une ouverture, chacune de ces chandelles enverra distinctement sa forme de lumière sur la paroi opposée. Ces formes traversent donc l'air du trou par lequel elles entrent, sans se mêler. En masquant l'une des chandelles, la forme correspondante disparaîtra, pour reparaître, quand on enlèvera l'écran. (Il est surprenant que dans cette expérience qu'il dit *avoir faite*, ALHAZEN n'ait pas observé le renversement des images. Cela vient probablement de ce que l'ouverture était trop large).

Les formes de lumières ne se mêlent donc pas dans l'air qu'elles traversent dans toutes les directions, car au même instant, de chaque point d'un corps il se propage des formes de la lumière de ce point, suivant toutes les droites que l'on peut mener de ce point à travers le milieu. L'air, non plus, n'est pas *teint* par ces formes, elles passent à la faveur de sa diaphanéité, et il ne perd pas sa forme propre. Ce que nous venons de dire de la lumière, des couleurs et de l'air doit être entendu de tous les corps diaphanes et des tuniques de l'œil.

30. — Le cristallin (glacial), en recevant la forme de la lumière, est modifié, il *souffre*, et ce qu'il souffre est *du genre de la douleur*: cependant cet organe en recevant ainsi cette forme en tant qu'il est *sentant* et par suite de l'altération ou du changement qu'il a éprouvé, ne se teint pas de la teinture de cette forme, et les formes de couleur et de lumière ne lui restent pas, quand il se détourne des objets, ou que ceux-ci cessent de lui être opposés. On pourra nous objecter ici ce que nous avons déjà dit (n<sup>o</sup> 4) que les couleurs fortes, *scintillantes*, sur lesquelles se *lèvent* des lumières fortes, produisent une impression sur l'œil (*operantur in visum*); et que cette impression y persiste après que la cause a disparu, de telle sorte que les formes de ces lumières et de ces couleurs restent dans l'œil pendant quelque temps, tout ce que la vue perçoit ensuite est mêlé avec ces couleurs. C'est une chose manifeste, et sur laquelle on ne peut élever aucun doute. Il faut donc, dira-t-on, que l'œil soit *teint* par la lumière et la couleur, et il doit en être de même de tous les diaphanes. Mais nous répondrons que cela même prouve que l'œil ne se teint pas par la lumière et la couleur, et que les altérations qu'y peuvent produire la lumière et la couleur n'y restent pas. Car les altérations dont nous avons parlé n'arrivent que par l'effet d'une force extraordinaire de lumière et de

couleur ; et cependant ces altérations ne restent dans la vue que peu de temps. Elles disparaissent ensuite entièrement. Ce ne sont donc que de faibles changements qui ne laissent rien après eux. Conséquemment, la vue n'est pas *teinte* d'une manière fixe par ces altérations.... Le glacial est teint par la lumière et les couleurs, seulement à cette fin *qu'il sente*, et l'altération disparaît lorsque la cause a cessé. Son altération est nécessaire pour qu'il sente, mais elle ne devait pas être permanente. Quant aux autres diaphanes, n'ayant point à sentir les formes, mais à les transmettre, ils ne sont point altérés.

31. — Si tous les corps lumineux ou illuminés envoient dans tous les sens leurs formes de lumière et de couleur ; les formes doivent tomber sur tous les corps qui y sont exposés, et être renvoyées par ceux-ci avec les leurs propres. Pourquoi donc toutes les formes de tous les corps et de toutes les couleurs n'apparaissent-elles pas sur tous les corps qui, leur étant opposés, les reçoivent, mais qu'il n'y en a que certaines d'entr'elles à paraître ? Cela dépend des forces relatives des lumières et des couleurs reçues et envoyées par les corps mis ainsi en présence. C'est un phénomène *subjectif* de la vue (*et hoc ad visum pertinet*). Car, quant aux objets eux-mêmes, sitôt qu'ils sont éclairés d'une lumière quelconque, ils reçoivent et renvoient les formes de couleurs des corps également illuminés qui leur sont opposés, du moment que la distance de ces derniers n'est pas extraordinairement grande. On le prouve par expérience : car si on éclaire un corps d'une lumière même très faible, après l'avoir placé en regard d'un trou percé dans un écran, et qu'on mette un corps blanc derrière cet écran, en se tenant dans l'ombre, on verra paraître sur ce corps blanc la lumière et la couleur du corps éclairant ; à moins, comme nous l'avons dit, que ce corps ne soit très loin de l'autre. Nous avons, en effet, conclu par *induction* que les formes des couleurs sont toujours plus faibles que les couleurs elles-mêmes, et elles sont d'autant plus faibles qu'elles sont plus éloignées de leur origine. Nous avons encore établi au n° 2 par induction (*per inductionem*), que les *couleurs* fortes, quand elles sont dans des lieux obscurs, et que les lumières qui sont sur elles sont très faibles, paraissent obscures elles-mêmes et ne sont pas distinguées par la vue : elles le sont fort bien, au contraire, quand elles sont dans des lieux illuminés, et que la lumière qui tombe sur elles est forte. Nous avons dit aussi que quand une lumière forte se répandra sur des

couleurs apparaissant (par reflet) sur certains corps, elles échapperont à la vue, et elles ne réapparaîtront que quand la lumière forte sera écartée. Pareillement, que quand une lumière forte arrive sur l'œil, elle l'empêche de distinguer les choses visibles qui sont cependant devant lui, mais en soi peu apparentes. Nous avons vu aussi au n° 3 que l'œil ne saisit une couleur que par la forme qui vient jusqu'à lui de cette couleur, et qu'il la reçoit suivant la ligne droite menée entre lui et l'objet. Lors donc que l'observateur jette les yeux sur un corps dense (c'est-à-dire opaque), sur lequel *se levait* une forme de couleur (en d'autres termes, un corps sur lequel tombe la *lumière colorée* que lui envoie un autre), il ne saisit cette forme que par une *seconde* forme émise vers lui par la première. Or cette seconde forme est plus faible que la première, de même que la première forme est plus faible que la couleur *elle-même*. Il faut se rappeler encore que la vue ne distingue ce corps dense, sur lequel nous supposons que tombe une forme de couleur, que quand il recevra en même temps quelque lumière, soit une lumière venant avec cette forme de couleur, ou une autre avec cette lumière. Avec cette lumière arrivera aussi à l'œil la forme de couleur propre au corps dense en question, et cette forme lui parviendra dans la même direction que la lumière et la forme seconde de couleur, puisqu'elles sont sur la même surface. Trois formes donc venant de ce corps à l'œil sont reçues à la fois par la vue, dans la même direction, et sont par conséquent mêlées ensemble (*admixtæ*). Ainsi donc les formes secondes qui viennent à l'œil des diverses formes de couleur qui tombent sur un corps qui lui est opposé, sont comprises par la vue, mêlées à la forme de la couleur de ce corps et à la forme de la lumière qui l'émet. La vue saisit donc, par suite de l'union de ces couleurs, une forme différente de la forme de chacune d'elles. (Pour que de ce mélange il résulte une couleur intermédiaire, il faudra qu'il y ait entre les couleurs mélangées, une certaine proportion, autrement la plus forte vaincra la plus faible et la fera disparaître). Cela se vérifie directement par le mélange des teintures et des couleurs artificielles..... Il résulte de là que, pour distinguer la couleur qui se reflète sur un corps, il faut que la *forme seconde* qui lui en arrive soit plus forte et plus puissante que la forme première qui lui vient en même temps de la lumière et de la couleur qui sont dans le même corps, ce qui est très rare. C'est pour cela qu'une forme de couleur de cette espèce apparaît rarement et que

l'effet ne peut être produit que par des couleurs fortes scintillantes..... Ce que nous avons dit des formes secondes des couleurs, doit aussi s'entendre des formes secondes de lumière.

Donc, il est très vrai que les formes de toutes les couleurs illuminées et les formes de toutes les lumières tombent sur les corps opposés, mais le plus souvent elles n'apparaissent pas par les raisons que nous venons d'exposer, et quand elles apparaissent, c'est dans les circonstances que nous avons définies. La vue ne saisit pas la plupart des couleurs qui tombent par reflet sur les corps; et elle saisit facilement leurs couleurs propres, parce qu'elle perçoit ces dernières par une forme première, laquelle est généralement plus forte que les formes secondes envoyées par les formes des couleurs réfléchies. Ajoutons que la vue peut bien recevoir directement une forme de couleur particulière non mêlée à une autre, tandis que les formes secondes sont nécessairement toujours mélangées.

**32.** — Il est maintenant facile de se rendre compte pourquoi une lumière forte empêche la vue de saisir certaines choses visibles. C'est parce que les formes qui arrivent à l'œil dans une même direction ne peuvent être perçues que mélangées. Quand les formes mêlées ensemble sont voisines en force, la vue perçoit quelque chose de chacune d'elles, et il en résulte la compréhension d'une forme *mixte* où elles se sont fondues. Mais lorsque certaines formes d'une forte scintillation sont mêlées avec d'autres formes d'un faible éclat, le fort vaincra le faible, et rien de la forme faible ne sera perçu par la vue. C'est pour cela que les étoiles ne paraissent pas en plein jour, la lumière qui est dans l'air étant alors plus forte que celle des étoiles, et ces deux lumières arrivant d'ailleurs dans la même direction. Il en est encore ainsi de la flamme d'un feu et de la lumière des vers luisants en plein jour et au soleil.

Il n'est pas nécessaire, pour produire cet effet, que les deux formes de lumière arrivent dans la même direction, il suffit que les deux directions soient très voisines. C'est ce qui arrive, par exemple, quand on regarde la nuit un objet peu lumineux dans une direction voisine de celle d'un grand feu. On ne pourra le distinguer qu'autant qu'avec un écran on cachera le feu à la vue, ou qu'on s'éloignera du feu de manière à le voir dans une direction fort différente de celle de l'objet. C'est qu'une

lumière faible est presque de l'obscurité par rapport à une lumière forte. La forme de lumière faible, perçue par l'œil à côté de la forme de lumière forte, contraste avec elle, comme l'obscurité contraste avec la lumière faible. Mais quand les deux formes sont très séparées dans l'œil, la forme faible pourra être sentie grâce à la partie obscure qui l'entoure.

L'éclipse des objets peu lumineux par des objets très lumineux a son semblable pour les couleurs. Si on parseme un corps blanc de points d'une couleur obscure, ces points paraîtront noirs à cause du voisinage de la forte blancheur, et si ces mêmes points sont placés sur des corps très noirs, ils paraîtront presque blancs; et quand cette peinture sera sur des corps ni très noirs ni très blancs, elle paraîtra avec sa couleur. Semblablement quand la couleur verte du blé (*viridis segetalis*) sera sur un corps jaune citron, elle paraîtra d'une teinte obscure, et quand elle sera sur un corps noir, elle paraîtra semblable à la couleur de l'*origan* (*origani*). Il en sera de même de deux couleurs entre deux extrémités. (Le clair et l'obscur ?) Donc, quand les objets visibles seront rapprochés, s'ils diffèrent en force et en faiblesse de couleur, ce qui est faible en couleur échappera à la vue. Les qualités de lumière et de couleurs, en effet, ne sont distinguées par la vue qu'à l'aide de la proportion qu'elles ont entre elles. Une lumière forte n'empêche la vue de distinguer les objets visibles d'une lumière faible qu'à raison, d'une part, du mélange des lumières et de la victoire des formes de la lumière forte sur les formes de la lumière faible, et d'autre part, de la faiblesse de notre sens pour saisir ce qui est très faible en même temps que ce qui est fort en proportion.

Nous avons cité tout ce passage d'ALHAZEN parce que nous y avons trouvé un premier essai théorique et expérimental sur les phénomènes du contraste des lumières et des couleurs. Toute cette analyse, d'ailleurs, quoiqu'un peu diffuse, n'en est pas moins très profonde et certainement très avancée pour l'époque.

Les chapitres VI et VII traitent du rôle des diverses parties de l'œil, de l'avantage de leurs dispositions et conformations, et des conditions qui sont requises pour que la Vision s'effectue. Ces conditions sont réduites par ALHAZEN aux six qui suivent :

1° Qu'il y ait un certain espace entre l'œil et l'objet visible;

- 2° Que l'objet soit directement opposé à la vue ;
- 3° Qu'il y ait de la lumière dans l'objet visible.
- 4° Que l'objet ait une certaine grandeur ;
- 5° Qu'il y ait un milieu d'une transparence continue entre l'œil et l'objet, sans interruption de corps opaque.
- 6° Que l'objet fasse obstacle à la vue au-delà, c'est-à-dire qu'il ne soit point diaphane ou que ce corps, s'il est diaphane, soit plus dense que l'air au milieu duquel il est.

Le livre II contient une théorie de la *réfraction de la lumière dans l'œil*, qui est propre à ALHAZEN, et qui est fort avancée pour l'époque à laquelle il écrivait (vers l'an 1,000). Nous croyons que jusqu'à KÉPLER, ni MAUROYCE, ni tout autre, n'a rien dit sur cette question de plus rationnel. VITELLION, plus de trois cents ans après, n'a fait que le copier.

1. — La ligne qui joint les centres des diverses sphères de l'œil est l'axe.

2. — Le cristallin et l'humeur vitrée *diffèrent en diaphanéité*. La forme visible *se réfracte donc* à la surface de l'humeur vitrée.

Pour que la Vision s'achève complètement, il faut que la forme de l'objet arrive au nerf commun en conservant la même position relative de ses parties, et telle qu'elle se peint sur le cristallin. Or, cela ne peut se faire par les lignes radiales elles-mêmes, si elles ne sont pas réfractées, car autrement elles iraient concourir au centre de l'œil, s'y croiseraient, et par une *pyramide opposée viendraient former une image renversée sur le nerf* ; ce qui est contraire au fait, (puisque nous voyons les objets droits). Il faut donc qu'il y ait réfraction des lignes radiales, et que cette réfraction ait lieu avant leurs concours, c'est-à-dire en avant du centre de l'œil. Or, cette réfraction ne peut avoir lieu qu'à la surface de séparation du corps vitré et du cristallin. On ne comprendrait pas pourquoi ces deux humeurs sont de diaphanéité différente, si ce n'était pour réfracter *les formes* ; et la surface du corps vitré devait précéder le centre, autrement, ces formes n'étant réfractées qu'après le concours des lignes qui les transportent, elles auraient été renversées. De plus, cette surface doit être *d'ordination* semblable à celle du cristallin. (C'est-à-dire comme le cristallin, une surface de révolution autour de l'axe de l'œil). Autrement la réfraction rendrait les formes monstrueuses. Cette surface de séparation des deux milieux est ou plane ou sphérique ; mais dans ce dernier cas, elle appartient à une sphère *beaucoup plus grande* que celle du cristallin (surface extérieure).

3. — Les formes traversent le cristallin suivant les lignes radiales ; arrivées à la surface de séparation du cristallin et du vitré, elles s'y réfractent suivant des lignes droites *d'ordination* semblables (c'est-à-dire symétriques tout autour de l'axe), et ces lignes coupent les radiales. Il suit de là que les lignes radiales ne servent à conserver l'*ordination* des formes des choses visibles que jusqu'au cristallin seulement. Car c'est à cet organe que commence le sentiment, et il a été établi, dans le *premier livre*, qu'il est impossible que la forme de l'objet visible soit *ordonnée* sur la surface de l'œil comme dans l'objet, eu égard à la petitesse du sujet sentant, si ce n'est par le moyen de ces lignes radiales. Ces lignes, en effet, ne sont que l'instrument par lequel s'accomplit la compréhension des choses visibles, *suivant ce qu'elles sont en elles mêmes (secundum suum esse)*. Mais la transmission des formes jusqu'au dernier sujet sentant (*ad ultimum sentiens*) n'a pas besoin de se faire dans la direction de ces mêmes droites.

4. — Le cristallin reçoit la lumière et les couleurs autrement que les autres corps diaphanes, car il est à la fois *diaphane* et *sensible* ; il les sent tout en les transmettant. Or ce n'est qu'en tant que le glacial reçoit les formes (ou images) qu'il est nécessaire d'avoir égard aux directions : mais en tant qu'il les sent, il suffit qu'il les sente dans l'ordre relatif des parties sans égard aux directions des lignes suivant lesquelles elles lui arrivent. C'est pourquoi la partie antérieure du glacial est appropriée à la réception des formes suivant les directions rectilignes (menées du cristallin au point correspondant de l'objet), mais la partie postérieure (le corps vitré) et la vertu *recipiente* qui est dans ce corps ; pour être appropriée à sentir ces formes, n'a besoin que de les conserver dans leur ordre relatif.

5. — La transmission du sentiment et de la forme dans le corps vitré et dans le corps sentant, à travers le canal nerveux jusqu'au dernier sentant, se fait comme la transmission du sentiment du toucher et du sentiment de la douleur, jusqu'à ce dernier sentant, c'est-à-dire par le moyen des *fibres nerveuses* des membres et de l'*esprit* qui est répandu dans ces fibres.

(Il est surprenant qu'ALHAZEN, qui avait si bien compris que la direction de l'impression est chose indifférente par rapport au nerf qui la transmet au cerveau, ait reculé devant la nécessité d'admettre le renversement des images au fond de l'œil.)

6. — Il n'y a pas de nouvelle réfraction au-delà de

l'humeur vitrée. Car cette humeur et l'esprit visuel sont doués à peu près de la même diaphanéité.

7. — L'axe de la pyramide optique seul est perpendiculaire à la commune section des sphères du cristallin et de l'humeur vitrée. Les autres droites radiales de la pyramide, à égale distance de cet axe, tombent sous des directions obliques *symétriques* (de *même ordination*) sur la surface de cette section.

8. — La vision par l'axe de la pyramide est très certaine, par une autre ligne d'autant plus certaine qu'elle s'approche plus de l'axe.

9. — Toute autre ligne radiale que l'axe de la pyramide se réfracte dans le corps vitré, d'autant plus qu'elle s'éloigne plus de l'axe. A la même distance de l'axe, les angles de réfraction sont égaux.

Tout cela est confirmé par l'expérience : quand on regarde à la fois plusieurs objets placés à la même distance de l'œil, on verra toujours mieux et plus distinctement celui qui sera droit en face, au milieu de la base de la pyramide optique. La vision par l'axe est donc plus nette et plus claire que par les rayons latéraux, et par ces derniers, elle est d'autant moins défectueuse qu'ils sont plus près de l'axe.

Dans le reste du *second livre*, ALHAZEN s'occupe de l'intervention du jugement et du raisonnement, s'exerçant sur les notions précédemment acquises, dans la formation des idées que nous acquérons par la vue.

La Vision, dit-il, ne s'achève pas *dans le sens et par le sens* seulement. Elle a besoin, pour se compléter, de connaissances et distinctions antérieures. La vue ne comprend pas, par la vision seule, ce qu'est la chose visible. Car *ce qu'est en soi* la chose visible ne peut être saisi par le sens seul ; il faut l'intervention du jugement ou du raisonnement s'exerçant sur la Vision elle-même. Si l'on admettait, en effet, que la Vision fût tout entière dans le sens seul, et que tout ce qu'on peut saisir des qualités qui sont dans les choses visibles est perçu uniquement par le sens, il est clair que chaque chose visible ne serait saisie dans son lieu qu'après qu'il serait parvenu jusqu'à elle quelque chose qui la toucherait et la *sentirait*. Mais si la Vision ne s'achève pas dans le sens seul, mais avec l'intervention du jugement, du raisonnement et des notions précédemment acquises, il n'est pas nécessaire pour saisir la chose en son lieu que le sujet sentant s'étende jusqu'à elle et aille jusqu'à la toucher.

Telle est la réponse que fait ALHAZEN aux philosophes qui soutenaient, non sans quelque raison, contre les physiiciens, qu'il fallait que quelque chose de l'âme, c'est-à-dire du sujet sentant, allât jusqu'aux *objets visibles*, pour les reconnaître. Il est très vrai, en effet, que si quelque chose du sujet sentant *n'avait pas été* à ces objets ou à de semblables ; si, en quelque sorte, les objets visibles n'avaient pas été *palpés* par nos mains, si les distances n'avaient pas été mesurées par nos pieds, la vue seule ne nous en ferait pas connaître les formes, les positions relatives, la grandeur, la distance, etc. Il suffit de se rappeler pour cela la célèbre expérience de l'aveugle-né de CHESELDEN.

Le troisième livre d'ALHAZEN traite des erreurs ou illusions de la vue. (*Deceptiones visûs.*)

L'auteur revient d'abord sur les conditions de la Vision simple ou double qu'il n'a fait encore qu'indiquer.

2. — Les axes des pyramides optiques de chaque œil, qui passent par le centre de la pupille, concourent toujours sur un même point de l'objet visible et sont perpendiculaires à la surface de l'œil.

Nous avons établi (n° 18) que l'œil n'embrasse rien des choses visibles que suivant les directions réfractées des lignes radiales ; qu'il ne saisit l'ordre des objets visibles et celui de leurs parties que par l'ordre que gardent entr'elles les lignes radiales. Nous avons dit aussi (n° 27) qu'un seul objet n'est perçu comme *unique* par les deux yeux, que quand sa position est semblable par rapport aux deux yeux ; qu'autrement on les voit *double*. Or les objets visibles auxquels nous sommes habitués, sont toujours vus simples par les deux yeux ; il en résulte donc que les axes concourent toujours sur le point de l'objet que nous fixons, de sorte qu'autour de ce point tombent toujours les bases des deux pyramides optiques qui deviennent ainsi communes.

3. — La situation de l'objet visible, par rapport à chaque œil, étant le plus souvent semblable, le point de concours des axes est à la même distance. Si par ce point on élève une perpendiculaire aux deux axes, les droites menées de chaque œil à un même point de cette perpendiculaire seront sensiblement égales. Il ne s'agit pas ici d'une perpendiculaire au *plan* des deux axes, mais d'une perpendiculaire à leur *médiane* (*horopter* des anciens),

4. — Mais elles sont inégales si elles vont concourir sur une droite oblique aux deux axes, menée par leur point de concours.

5. — De plusieurs objets visibles placés entre les axes optiques, les plus éloignés sont vus d'une manière incertaine.

6. — Les axes sont symétriques par rapport au nerf commun.

7. — La ligne droite menée du nerf commun au milieu de la ligne droite, qui unit les centres des deux trous autour desquels pivotent les deux nerfs concaves, est perpendiculaire à cette ligne. (C'est cette perpendiculaire que l'auteur appelle l'axe du nerf commun).

8. — Si les axes du nerf commun et des deux nerfs optiques concourent en un même point de l'objet visible, ils seront dans un même plan avec les droites qui joignent les centres des trous des nerfs, etc.

9. — Dans les conditions habituelles, chaque objet visible paraît simple.

10. — Le concours des axes optiques sur l'axe commun (axe du nerf commun), rend la Vision très certaine, et si ce concours se fait en dehors, la Vision est d'autant plus certaine que ce point est plus près de l'axe commun.

11. — Lorsque les deux yeux embrasseront plusieurs objets visibles à la fois, et que les deux axes optiques concourront sur un de ces objets visibles et seront fixés sur lui, les autres objets visibles seront nécessairement en dehors de ces axes..... La forme du plus petit corps ainsi vu et reçu sur le nerf commun paraîtra simple et très distincte..... Si l'objet est en même temps sur l'axe commun, il sera encore vu plus distinctement..... Les objets qui seront vus plus loin ou plus près que le point de concours des axes paraîtront doubles. Si l'objet est sur la direction d'un des deux axes et non sur l'autre, il paraîtra également double.

12. — ALHAZEN confirme tout ce qu'il vient d'énoncer à l'aide d'une expérience fort bien imaginée et faite avec un soin qui révèle dans le physicien arabe un homme versé dans la science d'expérimenter. Nous croyons utile, pour l'histoire de la science, d'en rapporter le détail.

« Un même objet visible peut paraître à la vue quelquefois unique et d'autres fois double. » C'est ce qu'on peut vérifier à l'aide de l'expérience suivante : (Fig. 16 et 17).

« Soit ABCD une tablette légère de bois dont la longueur soit d'une coudée et la largeur de quatre doigts ; qu'elle soit bien plane, égale et polie, et taillée carrément ; qu'on trace sur ce rectangle les deux médianes et les deux diago-

nales se coupant au même point Q ; que les lignes soient peintes de couleurs différentes avec des teintures brillantes pour qu'elles se laissent mieux voir ; qu'on y pratique en NHM une cavité pour y loger le nez , de manière que les deux yeux puissent venir presque toucher le bord de la tablette ; qu'on façonne ensuite , avec de la cire, trois petites colonnettes de couleurs différentes. On en dressera une en Q et on y l'y fixera. On placera les deux autres en T et en K. Les trois objets seront ainsi sur une même droite perpendiculaire à HZ. Qu'on place ensuite la tablette horizontalement appliquée en NHM sur le nez , de manière que les milieux des deux yeux soient très près des angles A et B ; que l'observateur regarde alors la colonnette du milieu Q, et qu'il tienne fortement la pupille dirigée dessus. Les axes des deux yeux concourront en Q, et coïncideront avec les deux diagonales AD, BC, où leur seront parallèles. HZ sera l'axe commun. Que l'observateur, bien fixé dans cette position, cherche à voir ensuite tout ce qui est sur la tablette ; il trouvera alors que les trois objets T, Q, K, lui paraissent *uniques* ; la ligne KQT sera aussi unique , mais la ligne HZ lui paraîtra formée de deux sécantes se coupant en Q ; les deux diamètres BC, AD lui paraîtront aussi chacun double. Il en sera de même s'il fixe son regard sur un des deux autres objets K ou T. Qu'il mette ensuite ces deux colonnettes, l'une en L et l'autre en S, et qu'il fixe la colonnette du milieu Q ; alors les deux objets L et S lui paraîtront chacun double, l'un à droite , l'autre à gauche de la ligne médiane, qui elle-même sera double , et il y aura deux objets sur chacune des deux sécantes formées par le dédoublement de la médiane HZ. Il en sera de même en plaçant les deux colonnettes sur un des deux diamètres AD et BC. Que l'observateur reprenne ces deux mêmes objets , qu'il en place un en R très près du point K , et qu'il fixe toujours le milieu Q. L'objet R lui paraîtra unique. Mais s'il le place beaucoup plus loin en F , il lui paraîtra double. — On reproduit les mêmes apparences en fixant , au lieu du point milieu Q , un point quelconque de la ligne moyenne KQT. » L'auteur explique fort bien toutes ces apparences au moyen des principes qu'il a établis.

13. — Voici encore une autre expérience : « Que l'observateur prenne trois petites feuilles de parchemin , de même grandeur ; qu'il écrive sur toutes les trois , à la même place, les mêmes mots, avec les mêmes caractères et d'une écriture très nette et très visible. Qu'il place une des colonnettes de cire au milieu de la tablette, comme dans l'expé-

rience ci-dessus, et une autre en K. Puis qu'il attache une des petites feuilles de parchemin à la colonne du milieu Q, et une autre à celle qui est en K. En fixant les yeux sur Q, il verra très distinctement ce qui y est écrit, et moins bien ce qui est en K; qu'il prenne en main la troisième feuille écrite, et qu'il la tiende à une certaine distance à droite de K, il verra l'écriture de cette feuille encore moins distinctement que celle de K. Au contraire, s'il l'approche du milieu Q plus que K, il la verra plus distinctement. Si on fait l'expérience avec un seul œil fixé sur le point Q, il en sera de même quant à la Vision plus ou moins distincte des objets plus ou moins rapprochés de ce point Q. »

« Il résulte de ces expériences : 1<sup>o</sup> que la Vision la plus distincte et la plus claire se fait par l'axe de la pyramide optique, et ensuite par les rayons qui en sont les plus voisins : d'où il suit qu'un *objet très grand ne peut être également bien vu* ; 2<sup>o</sup> que l'objet sur lequel concourent les deux axes est toujours vu simple ; que tout objet visible, sur lequel concourent les rayons qui sont de positions semblables par rapport aux axes, ou qui ne s'en éloignent pas beaucoup, paraît également simple. Dans le cas contraire, la Vision est double. Mais cela est rare, parce qu'il est rare que l'objet se présente aux deux yeux dans des situations différentes quant à la disposition des parties. »

Pages 84—85.

Le reste du III<sup>e</sup> livre traite des autres erreurs de la Vision (pages 88 et suiv.). Les IV, V et VI<sup>e</sup> livres sont consacrés aux phénomènes de la réflexion. Nous en dirons peu de chose, parce que cela nous entraînerait trop loin, et que c'est d'ailleurs la partie la moins *originale* du traité d'ALHAZEN.

La Vision se fait de trois manières : directement, par réflexion et par réfraction. La lumière et la couleur se réfléchissent en lignes droites de chaque point d'une surface polie. Il établit *par expérience* les deux lois de la réflexion, et de plus il cherche à les expliquer rationnellement par analogie avec la réflexion des corps élastiques, et par la *décomposition du mouvement* oblique en deux autres. Il étend la loi de la réflexion à des surfaces quelconques.

ALHAZEN rejette les deux anciennes opinions sur la réflexion : il est faux, dit-il, que l'image d'un objet soit perçue à l'aide de rayons envoyés par l'œil sur le miroir, et réfléchis de là sur l'objet visible. Il est également faux

que l'image s'imprime d'abord dans le miroir et qu'elle émane ensuite de là jusqu'à l'œil. L'image de l'objet visible est perçue par la réflexion de la forme de l'objet que le miroir renvoie à l'œil. Il prouve l'erreur de la deuxième opinion, qui est celle des Épicuriens, en rappelant qu'on peut voir toute l'étendue d'un miroir, sans voir les images de tous les objets qui s'y réfléchissent. Dans un miroir quelconque, plan, convexe, concave, etc., l'image est vue au point de concours de la perpendiculaire à la surface d'incidence et du rayon réfléchi. (Pages 115, 114. — 151).

Le livre VII traite de la réfraction, et c'est là qu'ALHAZEN se montre supérieur à ses devanciers.

Il commence par décrire un appareil très convenablement disposé pour mesurer les angles d'incidence et de réfraction dans les milieux réfringents, solides et liquides. Il établit par expérience que le rayon réfracté et le rayon incident sont dans un même plan perpendiculaire à la surface réfringente : que le rayon perpendiculaire à cette surface passe dans le second milieu sans réfraction ; que ce rayon oblique se réfracte en s'approchant de la perpendiculaire menée dans le milieu le plus dense par le point d'incidence. ALHAZEN explique cette première loi de la réfraction d'une manière fort remarquable, pour l'époque, par une *décomposition du mouvement oblique* du rayon incident, en admettant que le milieu le plus dense oppose plus de résistance au passage de la lumière que le moins dense, et qu'à la surface du même milieu la résistance est moins grande selon la normale que dans la direction transversale.

« Tout corps diaphane, dit-il, quand il est traversé par la lumière résiste un peu à la lumière en tant qu'il a de la grossièreté (*secundum quod habet de grossitie*).... Les corps diaphanes, en effet, ne peuvent exister sans quelque grossièreté... Les corps les plus grossiers résistent davantage. Tout mouvement dirigé vers un certain point doit être modifié, soit essentiellement, soit accidentellement, quand il rencontre une résistance. Si la résistance est forte, le mouvement est répercuté en sens contraire ; si elle est faible il est seulement changé. Le passage de tous les corps, qui se meuvent en ligne droite, est plus facile par la perpendiculaire à la surface du milieu résistant. On peut le prouver par diverses expériences, par exemple, en couvrant un trou d'une tablette très mince, et en lançant fortement contre cette tablette, une balle de fer : 1<sup>o</sup> perpendiculaire-

ment ; 2° obliquement , ou en essayant de couper un bâton avec une épée obliquement ou perpendiculairement... Le mouvement oblique du rayon lumineux est composé de deux mouvements , l'un perpendiculaire , l'autre parallèle à la surface du milieu. Le mouvement perpendiculaire éprouve moins de résistance que le mouvement parallèle , quand la lumière passe d'un milieu moins dense (moins grossier) dans un milieu plus dense ; il est donc *proportionnellement* moins diminué ; donc la direction du nouveau mouvement composé doit être plus rapprochée de la perpendiculaire. La lumière doit donc se réfracter suivant une droite plus voisine de la perpendiculaire à la surface du milieu le plus dense. Au contraire , en passant du milieu plus dense dans le milieu moins dense , la résistance diminuant plus rapidement dans le sens transversal que dans le sens normal , la lumière doit s'écarter de la perpendiculaire. »

Voir livre VII , page 241.

ALHAZEN a fort bien vu que non-seulement les angles d'incidence n'étaient pas proportionnels aux angles de réfraction , mais de plus que le rapport entre les angles d'incidence croît plus rapidement que le rapport entre les angles de réfraction.

En effet , dit ALHAZEN , plus croît l'angle formé par le rayon incident (*prima linea*) avec la perpendiculaire , plus aussi croît l'angle de réfraction. Mais les angles de réfraction ne conservent pas entr'eux la même proportion que les angles d'incidence. Ces proportions diffèrent pour un même milieu. Si  $i$  et  $i'$  sont deux angles d'incidence inégaux , formés à la surface d'un même milieu , soit au même point soit en des points différents , et  $r$  et  $r'$  les angles de réfraction correspondants ; si on suppose , de plus , que  $i'$  soit plus grand que  $i$  : on aura toujours le rapport  $i$  à  $r$  , moindre que celui de  $i'$  à  $r'$ .

Liv. VI. , page 243.

Puisqu'il y a toujours réfraction des rayons de lumière dans le passage d'un milieu à un autre , si le ciel est un milieu plus rare que l'air et que le feu , nous ne devons voir les étoiles et tous les astres que par réfraction , et il le prouve par l'observation des distances polaires d'une même étoile. On trouve , en effet , dans une même nuit ,

que la distance polaire d'une étoile, à son passage inférieur dans le méridien, est plus petite que sa distance, lors du passage supérieur.

Page 252.

L'image d'un objet vu par réfraction paraît toujours en dehors du lieu de l'objet. On la voit au point de concours des rayons réfractés et de la perpendiculaire menée de l'objet à la surface d'incidence.

Page 253.

Voyons maintenant comment il applique à l'œil sa doctrine de la réfraction.

Il établit, en principe, que « tout ce qui est perçu par l'organe de la Vision est perçu *réfractivement*, soit que l'œil et l'objet visible soient dans le même milieu diaphane ou dans des milieux différents, soit que l'objet se trouve directement opposé à la vue, ou qu'il ne puisse être aperçu que par réflexion. Car rien ne peut être perçu par l'organe de la vue qu'après une réfraction faite à sa surface, attendu que les tuniques de l'œil, la cornée, l'humeur aqueuse et le glacial sont diaphanes et plus denses que l'air. »

« Toutes les lignes radiales qui sont perpendiculaires aux surfaces des tuniques de l'œil sont contenues dans une pyramide dont le sommet est au centre de l'œil et dont la base est la circonférence du trou de l'uvée..... Toutes les formes des objets visibles qui sont contenues au-dedans de cette pyramide se transmettent dans la direction des lignes radiales, et passent directement (rectilignement) à travers les tuniques de l'œil. C'est cette pyramide qui est appelée pyramide radiale..... Les formes des objets qui sont en dehors de cette pyramide ne peuvent jamais se transmettre à l'œil suivant des lignes radiales. Elles se transmettent suivant d'autres droites obliques à la surface de l'œil, et par conséquent toutes ces formes se réfractent sur les tuniques de l'organe. Elles ne les traversent donc pas directement. Ainsi donc les formes de tous les objets qui sont opposés à cette partie de la surface de l'œil, qui est vis-à-vis le trou de l'uvée, tant des objets qui sont dans l'air, dans le ciel ou milieux semblables, que de ceux qui se réfléchissent sur des corps polis; toutes celles de ces formes, disons-nous, qui parviennent à cette partie de la surface de l'œil, s'y réfractent dans ses tuniques. »

« Il nous reste à expliquer comment les formes qui sont réfractées sur les tuniques de l'œil sont perçues par l'organe et senties par la vertu sensitive. »

« Nous avons fait voir, dans le VII<sup>e</sup> livre, que les formes réfractées (images vues par réfraction) ne sont perçues que sur les perpendiculaires menées des objets visibles à la surface des corps diaphanes. Donc les formes réfractées par les tuniques de l'œil ne sont également perçues que sur les perpendiculaires qui viennent des objets visibles, tomber sur les surfaces des tuniques de l'œil. Or, ces lignes perpendiculaires passent toutes par le centre de la vue. Toutes les formes réfractées sont donc perçues par la vue dans la direction rectiligne de droites qui partent du centre de l'œil. Elles parviennent donc *réfractivement* à l'organe sensible qui est l'humeur glaciale, mais elles sont perçues par la vertu sensitive suivant les lignes droites qui joignent le centre de l'œil aux objets visibles eux-mêmes. Il résulte de là que les objets visibles qui sont *en dehors* de la pyramide radiale sont perçus par l'œil à l'aide de formes réfractées, et dans la direction de lignes droites partant du centre de la vue, et conséquemment situées *en dehors* de la pyramide radiale. Ces lignes par métalepse (*transumptive*), peuvent être aussi appelées radiales, puisque, comme les véritables lignes radiales, elles partent du centre de l'œil. Il reste donc à montrer *par expérience* que la vue perçoit réellement des choses qui sont en dehors de la pyramide radiale. »

« Que l'on place une aiguille, un doigt ou tout autre objet, soit du côté du petit angle ou du grand angle de l'œil, soit sur la paupière inférieure ou supérieure, mais bien évidemment *en dehors* de toutes les lignes droites qu'on peut mener du centre de l'œil à travers la pupille, on verra cet objet sans que l'œil se déplace. Il est donc prouvé directement, par expérience, que l'œil perçoit plusieurs choses en dehors de la pyramide radiale. Mais de plus, nous pouvons aussi prouver par induction que la vue perçoit les choses qui sont dans la pyramide radiale *réfractivement* en même temps que directement. »

« Prenez une aiguille et placez-vous en face d'une muraille blanche. Fermez un œil, et placez l'aiguille contre l'autre, au milieu de la pupille, de manière à ce qu'elle touche les paupières, et regardez la muraille opposée. Alors l'aiguille vous apparaîtra comme un corps diaphane dans lequel il y aurait un tant soit peu d'opacité (*aliquantula densitas*) : vous verrez de la muraille tout ce qui est au-

delà de l'aiguille, et l'aiguille elle-même vous paraîtra un corps large, dont la largeur sera plusieurs fois plus grande que la sienne propre. La cause de cette dernière apparence est qu'un objet visible très près de l'œil, paraît beaucoup plus grand qu'il n'est, et d'autant plus grand qu'il est plus près. Quant à ce qu'on puisse voir la muraille malgré l'interposition de cette aiguille, en voici la raison : L'aiguille ne couvrant pas toute la surface de la vue (ne masquant pas toute la pupille) permet aux formes qui viennent *obliquement*, de côté, d'arriver à cette surface, mais non pas à celles qui viennent dans la direction du centre de l'œil à l'aiguille ; et puisque l'on voit cependant cette forme de la muraille couverte par l'aiguille, il faut évidemment qu'elle vienne *par réfraction*. »

« On comprend aussi pourquoi ajoute, ALHAZÈN, l'aiguille interposée entre l'œil et l'objet paraît comme *diaphane*. Car tout ce que l'œil perçoit, même réfractivement, il le voit dans la direction rectiligne des droites qui vont du centre de la vue aux points correspondants des objets visibles. Ces lignes, dans le cas de l'expérience, traversant l'aiguille, on croit voir à travers, comme si elle était transparente. »

« L'expérience peut encore se faire en écrivant en petits caractères sur un morceau de papier blanc que l'on fixe à un mur, de manière qu'il soit éclairé par la lumière du jour. En s'éloignant ensuite de l'écrêteau à la distance à laquelle on peut encore le lire distinctement, si on place l'aiguille devant l'œil, on pourra lire tous les caractères, comme auparavant, même ceux qui sont droit derrière l'aiguille. Mais on les verra avec un peu moins de clarté, comme si on lisait à travers un verre un peu opaque. »

« Dans tous les cas, il est bien évident qu'on ne peut voir que par réfraction. Or si l'observateur enlève l'aiguille de devant l'œil, il ne détruira pas la réfraction qui avait lieu auparavant. Car ce n'était pas à cause de l'aiguille qu'il y avait réfraction. Il faut même dire que la réfraction sera accrue de ce qui se réfractera en passant par le lieu qu'occupait l'aiguille... Mais la vue percevra alors plus clairement l'objet qui lui est opposé ; car elle percevra *directement* ce qui était recouvert par l'aiguille, et en outre elle le percevra *réfractivement*, comme quand l'aiguille le masquait... Donc les choses que perçoit la vue lui viennent toutes sans exception, *réfractivement*, mais à la fois *directement* et *réfractivement* suivant les lignes radiales : aussi voit-on beaucoup mieux dans ces dernières directions. Voilà

ce qui explique, d'une manière très générale, pourquoi on voit plus clairement ce qui est droit en face de l'œil que ce qui est tout autour ; car ce qui est ainsi droit en face de l'œil (*quod apponitur medio visus*) est perçu tout à la fois *directement et réfractivement*, tandis qu'on ne voit que par réfraction ce qui est de côté. Quant à cette proposition que *tout ce qu'embrasse la Vision est perçu réfractivement*, c'est ce qu'aucun des anciens n'avait encore dit. (*Hoc autem quod quidquid comprehenditur a visu, comprehendatur refractè, à nullo antiquorum dictum est.*) »

Livre VII, page 270.

À la fin du VII livre de son optique, ALHAZEN en traitant des illusions de la vue, qui dépendent de la réfraction, résout la célèbre question tant agitée, avant et après lui, par les physiciens et les philosophes : Pourquoi les astres nous paraissent-ils avoir une plus grande dimension à l'horizon que dans le voisinage de la verticale. Il propose, et en termes fort nets, les deux explications (1) qui ont, toujours depuis, partagé les savants. Il admet d'abord qu'il y a réellement, dans certains cas, un grossissement réel produit par la réfraction de la lumière des astres à travers les vapeurs grossières, plus denses que l'air ordinaire, qui se tiennent habituellement à l'horizon. Mais il croit que si cette cause intervient parfois, ce n'est pas la principale. La cause principale et permanente, dit-il, pour laquelle la distance des étoiles (et la grandeur des astres qu'il a dit plus haut dépendre de la même cause), nous paraît plus grande à l'horizon qu'au milieu du ciel ou près de ce milieu, c'est que le sens (de la vue) estime que les astres sont plus éloignés de nous à l'horizon qu'au milieu du ciel.

Page 282.

ROGER BACON (*opus majus*), qui penchait pour la première de ces explications, attribue la seconde à la fois à PTOLÉMÉE et à ALHAZEN. C'est ce que MONTUCLA a répété dans son *Histoire des Mathématiques*. Mais DELAMBRE n'a rien trouvé de semblable dans l'optique de PTOLÉMÉE.

*Hist. de l'Astr. anc.*, t. II, page 415.

(1) Il est cependant une troisième opinion indiquée par GASENDI et qui nous paraît devoir être prise aussi en considération, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Ce qui semble prouver que PTOLÉMÉE, n'avait pas songé à cette explication, c'est ce qu'on lit dans l'*Almageste*, liv. I, chap. 2 : « La raison pour laquelle les étoiles à l'horizon paraissent plus grandes, n'est pas que leur distance est plus petite, mais à cause des vapeurs qui existent entre notre vue et les étoiles ; c'est pour la même raison que les choses plongées dans l'eau nous paraissent plus grandes, et d'autant plus grandes qu'elles sont plus profondes. » Son commentateur THÉON explique que cela a lieu par suite de l'augmentation de l'angle sous lequel on voit l'objet dans ces circonstances.

*Almageste*, lib. I, cap. 2.

L'optique d'ALHAZEN se termine par le petit *Traité des Crépuscules*, dont on connaît tout le mérite, puisqu'on y trouve, pour la première fois, la véritable explication du phénomène crépusculaire, et, par suite, la détermination d'une limite inférieure de la hauteur de l'atmosphère.

---

## N° 15.

### EXTRAITS DE LA MARGARITA PHILOSOPHICA.

---

Ce livre est l'œuvre de Georges REISCH, qui était prieur d'une Chartreuse, auprès de Fribourg, dans la dernière moitié du XV<sup>e</sup> siècle. Le premier titre, dans les éditions de 1486 à 1504, portait : *Epitome omnis philosophiæ, aliàs margarita philosophica, tractans de omni genere scibili*. On en a donné quatorze éditions de 1486 à 1555. Nous nous sommes servis de l'édition de Strasbourg, 1512. Les *Traités* sont rédigés par demandes et par réponses du disciple et du maître. Pour abrégé, nous supprimons cette forme dans nos extraits.

---

#### **Livre X. — Traité 2. — De l'Âme sensitive et de son objet.**

1. — L'âme sensitive est celle qui en dehors et en dedans perçoit les formes corporelles des choses présentes et absentes. Son objet est la chose corporelle qui devient sensible à l'aide de son image ou *espèce*.

2. — Le sensible, à cause de sa matérialité, ne peut, dans son essence, être reçu par le sens. Il produit une image de lui-même recevable dans le sens, et à l'aide de laquelle il puisse être distingué. C'est comme si ne pouvant parvenir jusqu'à PIERRE, qui est en prison, et voulant cependant m'en faire connaître, je lui faisais passer, à travers une fente étroite, mon image tracée sur une feuille de papier : alors en la regardant il saurait tout de suite comment je suis fait, et avec d'autant plus de certitude que mon portrait serait plus ressemblant.... Mais l'image ne va pas de l'objet à l'organe du sens comme un vaisseau qui descend le long de la rive en passant successivement d'un endroit à un autre. Il faut admettre, ou bien que l'objet produit continuellement de nouvelles espèces qui en se multipliant ainsi sans interruption parviennent jusqu'au sens, ou que dans le même instant l'objet, s'il a assez de puissance, produise toute l'espèce dans tout le milieu interposé entre lui et le sens. Un milieu est donc indispensable pour multiplier l'espèce. Le sensible, en effet, placé sur le sens ne produit pas de sensation. Cela est évident pour le sens de la vue, car on ne voit une chose que quand elle est d'une certaine grandeur et sous une pyramide telle qu'elle exige nécessairement un certain milieu, afin que la base ne coïncide pas avec le sommet.... Mais pour que la puissance de l'objet suffise à multiplier l'espèce, il faut que la distance ne soit pas trop grande. Nous ne pouvons sentir les objets trop éloignés.

5. — La multiplication des espèces est-elle instantanée ou successive ? ARISTOTE prétend, contre EMPÉDOCLE, que la multiplicité de l'image de la lumière (solaire) d'orient en occident est instantanée. Il y en a cependant qui affirment que l'espèce n'est pas produite tout entière immédiatement par l'objet, mais que l'espèce, produite dans la partie du milieu la plus voisine de l'objet, en produit une autre dans la partie suivante de ce milieu, celle-ci un troisième et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on arrive au sens, à moins qu'auparavant une dernière espèce, à cause de son imperfection ou de sa faiblesse, ne puisse en produire une autre ; car chaque espèce est plus faible que celle qui l'a précédée. Par le fait, ces philosophes admettent que la multiplication des espèces est successive, et qu'elle se fait nécessairement dans un certain temps ; mais ce temps, à cause de sa brièveté, est imperceptible et on peut l'appeler un instant. En effet,

la diversité des milieux ne retarde pas la propagation des espèces. Dans un même temps, l'air dense et l'air subtil sont illuminés... (L'auteur regarde cependant comme plus probable la multiplication instantanée de toute l'espèce dans tout le milieu.)

4. — Comment les espèces de choses contraires peuvent-elles être distinctement multipliées, en même temps, à travers le même milieu? — Il n'en est pas des espèces comme des choses sensibles elles-mêmes. Les espèces ont un être plus spirituel et dépouillé de matière; elles ne se contrarient ni ne se confondent. Elles se multiplient en même temps, sans se mêler, dans le même milieu, et semblablement elles sont reçues ensemble distinctement dans le même organe du sens. Autrement le blanc et le noir présentés en même temps à la vue ne pourraient être perçus distinctement, ce qui est contraire à l'expérience, et à cette proposition de perspective que les rayons des choses visibles illuminent un milieu sans se mêler. Voici d'ailleurs comment vous l'établirez facilement par l'expérience. Supposons que plusieurs chandelles allumées éclairent une chambre. Si on les enlève successivement l'une après l'autre, l'éclairement diminuera d'une manière continue, attendu que chaque chandelle emporte sa lumière, et diminue d'autant la lumière du milieu. Nous voyons de plus que plusieurs chandelles placées près d'un corps opaque produisent derrière lui différentes ombres, et même à la fois dans le même sens si l'une des chandelles est plus forte en lumière. Or d'après les principes de perspective, l'ombre est une lumière diminuée.... Le mot d'ombre, en effet, a une autre signification que celui de ténèbres. L'ombre est une chose: c'est une dérivation secondaire de la lumière envoyée par les luminaires. Les ténèbres, au contraire, sont la privation absolue de lumière: il est peut-être impossible de trouver dans notre monde les ténèbres.

5. — L'âme sensitive a deux genres de puissance, l'une *appréhensive*, l'autre *motive*... La puissance appréhensive de l'âme est celle par laquelle elle appréhende ou saisit l'objet à l'aide de l'image ou espèce. Elle se divise elle-même en deux: une partie de cette puissance n'appréhende que l'objet actuellement présent, elle est placée dans les parties extérieures du corps: l'autre connaît même les choses absentes, et elle réside dans les ventricules du cerveau. La première se divise de nouveau en cinq puissances particulières qu'on appelle les sens extérieurs et qui sont: la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher. Bien

qu'ils soient de même nature et de même essence que l'âme, cependant, ils se séparent et se distinguent par les organes, par les objets, par les milieux et par le mode d'appréhension.

6. — La vue est le sens le plus excellent du corps... C'est la puissance sensitive de l'âme appréhensive du *visible*, dans l'*œil*, par le moyen du *diaphane*. L'objet de la vue est le visible, son organe l'*œil*, son milieu le diaphane.

7. — L'objet de la vue est le visible. Mais dans les corps visibles autre chose est la lumière en soi (*lux*), la lumière illuminante (*lumen*) et la couleur... La lumière en soi (*lux*) est une qualité naturelle dans le corps lucide d'imprimer un mouvement conforme à celui du corps dans lequel elle est : ce mouvement étant son essence et ne dépendant de rien autre chose d'intrinsèque. Elle a reçu l'être du Créateur lors de la première production des choses, lorsqu'il a dit : *que la lumière soit ; et la lumière fut*. En effet, avant la production des *luminaires*, elle remplit pendant trois jours les fonctions du soleil, dans lequel sa nature, à ce que quelques-uns croient, passa le quatrième jour... La lumière (*lux*) est dans le soleil en tant qu'il est *lucide* par lui-même ; dans les autres corps, elle n'est que par participation et elle est l'hypostase de tous les visibles. En elle-même, à cause de sa clarté, elle ne peut être vue, parce qu'elle surpasse de beaucoup la puissance *visive* ; mais elle se manifeste dans les visibles ; dans l'un avec plus de clarté, dans l'autre avec plus d'obscurité, suivant que chacun d'eux y participe plus ou moins, car il n'est aucun corps absolument privé de lumière...

La lumière illuminante (*lumen*) est l'image de la lumière en soi (*lux*) et sa première dérivation. Car jamais, dit PTHOLOMEUS (*sic*), le *lumen* n'arrive sans un corps qui en soit le *causatif*. Le *lux* est vu dans le *lumen* comme dans sa propre image, de même que le *lumen* est vu dans l'*ombre*, seconde dérivation de la lumière en soi, ainsi que nous l'avons dit plus haut. De même que les espèces premières des couleurs engendrent des espèces secondaires d'elles-mêmes à la rencontre d'un corps opaque, au moyen desquelles elles sont vues, tandis qu'auparavant on ne pouvait les voir dans le milieu ; ainsi le *lumen*, espèce primaire du *lux*, est invisible dans le milieu, mais à la rencontre d'un corps opaque, il engendre une espèce (ou image) de lui-même au moyen de laquelle il est aperçu. Cela se voit évidemment pour l'espèce de la couleur du verre rouge, qui étant multipliée, par le rayon qui traverse le verre jusqu'à la muraille opposée, est

seulement distinguée à cet endroit. En second lieu, cela se voit aussi pour la lumière en ce que l'éclat que jette un œil qui se meut dans les ténèbres, n'est vu que sur la tunique *uvée* opaque opposée. Semblablement, un rayon du soleil entrant par un trou dans une prison ténébreuse n'est nullement vu par l'homme qui y est renfermé; s'il trouve du côté opposé à celui par lequel il est entré un autre trou par lequel il puisse sortir. Mais si ce second trou est bouché, le rayon sera vu sur l'objet au moyen d'une espèce secondaire. Il est donc évident que si la région de l'air s'étendait à l'infini sans qu'il y eût interposition de corps opaque, on ne verrait rien dans l'air quoique le soleil fût dans le milieu du ciel. Le *lumen* est donc une qualité engendrée par le *lux*; quant à son sujet, c'est évidemment le corps diaphane ou transparent. AVICENNE dit que la lumière (*lumen*) est la qualité que le corps non translucide emprunte du lucide; ARISTOTE que la lumière est l'acte du diaphane en tant que diaphane, c'est-à-dire que la lumière est la forme du corps transparent en tant qu'il est *en acte* transparent. Car l'air, le béril, le verre et les autres choses de cette nature, deviennent transparents en acte quand ils sont illuminés par la lumière: en son absence il faut les appeler susceptibles de transparence plutôt que diaphanes.

3. — La lumière qui rend diaphane les corps susceptibles de transparence, *colore* les corps transparents et opaques..... La couleur est l'extrémité du corps transparent dans le corps terminé: c'est-à-dire la couleur est une qualité qui réside à l'extrémité du corps terminé ou opaque qui touche le transparent. Cette définition n'implique pas que la couleur soit l'extrémité du transparent par inhérence, mais par une contingence qualitative. Il ne faudrait pas croire cependant que la couleur n'est pas aussi dans la profondeur du corps opaque. Car une masse d'or divisée ne présente pas seulement la couleur jaune à sa surface extérieure, mais aussi dans l'intérieur. La définition explique la couleur par son essence formelle, qui fait qu'elle est visible dans la lumière. D'où il résulte que la lumière, illuminant l'extrémité du diaphane, rend actuelle et visible la couleur *existant* à l'extrémité du corps opaque contigu. Car quand cette partie est illuminée, la couleur est vue, quand même le milieu et le lieu où est l'œil ne seraient pas illuminés. Mais si le lieu où est la couleur n'est point illuminé, elle ne peut être vue, quand bien même les autres lieux seraient illuminés. C'est pourquoi le philosophe (ARISTOTE) a dit que la lumière faisait couleurs *en acte*

ce qui n'était que couleurs *en puissance*, parce qu'il rend actuellement visibles ces couleurs qui, dans les ténèbres ou dans la profondeur du corps opaque, étaient seulement visibles en puissance. Mais la couleur est dite visible par elle-même lorsqu'elle a en elle-même la cause de sa visibilité. L'opinion, en effet, la plus commune des philosophes est que la couleur n'est pas produite par la lumière (*lux*) dans son essence réelle et matérielle; mais qu'existant d'avance et visible seulement en puissance, quand elle n'était pas illuminée, elle est rendue actuellement visible par la lumière. Quant à l'essence (réelle et matérielle) de la couleur, les philosophes ne sont pas d'accord. Les uns pensent que la lumière en soi (*lux*) est l'hypostase de la couleur et de tout ce qui est visible: ils croient que la couleur n'est rien autre chose que la diversité de la *termination* de la lumière dans le diaphane ou dans l'opaque, ainsi qu'on peut le voir d'après les couleurs de l'iris, du Halo, des plumes du cou du paon et de la colombe. D'autres disent que la couleur naît du mélange multiforme de l'opaque avec le diaphane, dont l'illumination est en soi l'acte produit par la lumière (*lux*), première hypostase des couleurs. Ils affirment la nécessité du concours de la lumière (*lux*) pour produire la couleur, en se fondant sur ce que dans les éclipses de soleil toutes les couleurs sont privées de la beauté de leur éclat habituel. Quelques-uns nient la réalité des couleurs de l'iris et du Halo. Ils prétendent que la couleur ne peut naître du mélange des corps, en arguant de sa simplicité. Une qualité simple ne peut être déposée dans les corps que par l'action des qualités primaires. Nous voyons, en effet, que la noirceur est engendrée par l'action du chaud sur l'humide, et puis la blancheur par l'action du chaud sur le sec. Le premier fait est évident par le charbon, qui est engendré du bois humide, et le second, par la cendre que produit le charbon sec qu'on fait brûler. La cause de cet effet paraît être que le chaud fait s'exhaler en fumée noire les parties aqueuses mêlées dans l'humide à la terre, et consume les parties aériennes et claires, mais laisse le noir grossier et terrestre; et si le même chaud consume cette grossièreté du noir terrestre, il laissera une substance blanche. Il faut imaginer la même chose pour les autres qualités agissant, suivant leur mode, plus ou moins, sur les diverses matières. Mais cela ne paraît pas suffire à d'autres philosophes. sans le concours de la lumière (*lux*), qu'ils regardent

comme la cause radicale des couleurs. En effet, le froid, bien qu'il ne consume ni l'humide aqueux ni l'humide aérien, mais qu'il les resserre et les condense comme le terrestre, ne laisse pas le noir dans les corps, mais le plus souvent le blanc. Car la froideur est la mère de la blancheur, comme la chaleur l'est de la noirceur. Cela est évident dans la neige, le cristal, le béril, le marbre blanc et corps semblables. Et d'où cela vient-il, sinon de ce que ces corps étant transparents, s'ils viennent à se condenser, ils n'en retiennent que plus fortement la lumière qu'ils ont reçue, tandis que dans les corps opaques la noirceur est la conséquence d'une plus grande densité, et la blancheur la conséquence d'une plus grande rareté; toutes choses, d'ailleurs, supposées égales. Il est donc probable, direz-vous, que pour engendrer les couleurs, il faut le concours de l'action des qualités primaires et de la *termination* diverse de la lumière dans les corps altérés (modifiés, changés); c'est ce qui arriverait dans la production des couleurs extrêmes, et quant aux couleurs moyennes, elles pourraient se faire par le mélange des extrêmes? — Mais il n'en est pas ainsi, car les couleurs moyennes sont aussi bien simples de qualité que les extrêmes. Elles sont dites cependant participer de la nature des extrêmes parce qu'on suppose qu'elles peuvent être engendrées par le concours divers des causes des couleurs extrêmes. Et comme dans la génération du *rouge*, les causes des extrêmes concourent également, c'est vraiment cette couleur qui tient juste le milieu. Il arrive aussi quelquefois qu'on voit des couleurs moyennes, lorsqu'un objet coloré transparent s'étend au-dessus d'un corps coloré opaque. Telle est la couleur qui résulte de la superposition de l'ongle au-dessus du sang des doigts. C'est par ce moyen que les peintres varient beaucoup leurs couleurs. En outre, comme on le sait par la perspective commune, les couleurs des corps sont très diversifiées par les lumières qui les éclairent et qui arrivent en même temps à l'œil. Le nombre des couleurs est déterminé. On en distingue sept : le blanc, le jaune, le safran, le rouge, le pourpre, le vert, le noir. Toutes les autres couleurs peuvent être réduites à celles-ci par participation de nature.

9. — L'œil est l'organe de la vue. Il est formé de quatre pellicules ou tuniques, et de trois humeurs. La première *consolidative* des tuniques est appelée *conjonctive*, parce qu'elle contient toute la substance de l'œil. Elle est forte et grasse, afin que les humeurs ne puissent ni se congeler ni s'écouler. Sa partie postérieure est appelée *sclérotique*.

Bien que cette tunique soit blanche, elle n'est pas diaphane, aussi ne s'étend-elle pas devant le trou de l'œil, afin qu'elle n'empêche pas l'entrée des espèces (images); il en est de même dans la partie postérieure (en face de la pupille) où ces espèces parviennent au nerf optique. Après cette tunique, vient la cornée, semblable à de la corne blanche et mince, claire, lucide, dure, solide, composée de plusieurs petits morceaux. Elle est même formée de quatre pellicules minces, et elle est diaphane pour qu'elle puisse être traversée par les espèces: Quelques-uns appellent sa partie postérieure *cerusine* (*cerusinam*), d'autre *dure*. Derrière elle est l'*uvéa*, qui est noire comme un grain de raisin (*uva*), afin de conserver en quelque sorte en elle la clarté du glacial, et que l'image y resplendisse, de même que dans la construction d'un miroir on met du plomb derrière le verre. La partie antérieure de l'uvéa est polie, la partie qui regarde le dedans est couverte de villosités (*villosa*). Elle est percée en devant d'un trou pour laisser passage aux espèces. On appelle *secondine* sa partie extrême. La quatrième tunique est extrêmement mince et semblable à une toile d'araignée: aussi lui en donne-t-on le nom, et sa partie postérieure est appelée *répine*, car elle retient la seconde humeur, la plus subtile, qu'on appelle à cause de sa limpidité *glaciale* ou *cristalloïde*. C'est sur cette humeur que sont situées (*situantur*) les espèces des objets visibles. Elle a un peu de consistance pour que ces espèces puissent s'y empreindre. Vient ensuite la troisième humeur qui repose sur le tissu des veines (*in texturâ venarum*) et qu'on appelle *vitrée*. Elle a la clarté qui la rapproche du cristallin, et la rougeur qu'elle tient du sang des veines qui sont en contact avec l'œil. Elle digère ce sang et fournit le produit digéré au cristallin, dont il forme l'aliment. Quant à la première humeur, c'est celle qu'on appelle *albugineuse* parce qu'elle ressemble beaucoup à l'*albugine* (*albumine*) de l'œuf. Interposée entre les tuniques de l'œil, cette humeur touche à la toile d'araignée (antérieure), garantit l'esprit cristalloïdien contre la dureté de la cornée et la villosité de l'uvéa, et elle empêche par son humidité la toile environnante de se racornir par la sécheresse, et par le trou de l'uvéa elle va toucher la cornée. Quelques savants disent que toutes les tuniques et les humeurs sont concentriques à leur partie antérieure, à l'exception de la conjonctive et de l'humeur vitrée, et cela afin que des réfractions multiples n'engendrent point la confusion. D'autres cependant pensent que l'uvéa et la cornée sont excentriques, et ils décrivent l'humeur albugineuse comme

concentrique à la cornée. Quant au glacial, il fait partie d'une sphère plus grande, et l'humeur vitrée d'une sphère plus petite. Mais rechercher les causes de de ces différentes courbures et de leur excentricité, n'est pas une chose très nécessaire, et ce serait un fort grand travail. Terminons donc en disant que deux nerfs embrassent les yeux : c'est à travers ces deux nerfs que se répand *l'esprit visuel* (*spiritus visivus*) et que sont transportées les espèces des objets visibles. Ces nerfs ne sont que deux rameaux d'un seul nerf, partant du *sens commun*, lequel devient bifide aux approches des yeux, et dont les parties se dilatent comme un entonnoir, (*partes instar fistularum ampliuntur*). Le rameau de droite embrasse l'œil droit, le rameau de gauche l'œil gauche. Le lieu de la bifurcation a coutume d'être appelé nerf optique, et c'est là que s'achève la Vision. C'est pour cela qu'une chose, regardée avec les deux yeux, ne paraît pas double, mais simple (1).

10. — Le milieu de la vue est le corps transparent et perméable, lequel, au moins dans la dernière partie où il est uni à la couleur, doit être diaphane *actuellement* (*actu*), car il est nécessaire que la couleur soit excitée par la lumière, pour qu'elle émeuve le sens de la vue. Car la couleur, à cause de sa matérialité, ne peut s'introduire dans la vue; elle engendre donc des *espèces* d'elles-mêmes dépouillées de toute impureté matérielle, et elle les envoie à l'œil contenues dans le *lumen* ou image du *lux* comme dans leur principe. Il y a cependant des objets visibles qu'on appelle *noctiluques*, qui peuvent être vus dans les ténèbres nocturnes, parce qu'ils ont une lumière propre et intrinsèque, tels sont certains bois pourris, certains vers, des écailles de poisson et autres choses semblables, qui tiennent leur lumière du feu. Car il faut que tout mixte soit composé des éléments. Comme les vers sont froids, parce qu'ils n'ont point de sang, les parties ignées concourent vers le lieu où se fait la digestion et elles y brillent. Il en est ainsi des poissons qui sont également froids et vivent dans le froid élément. La nature les a pourvus d'écailles dures et terrestres propres à conserver les parties ignées en *fortifiant* la chaleur naturelle. Dans les bois pourris, le feu se réunit aux extrémités avec l'humide aérien, et ainsi des autres..... Ce feu est dans les corps avec sa première qualité, qui est la lumière, lors même que la seconde, qui est la

(1) L'auteur donne une figure de l'œil, que nous regrettons de ne pouvoir reproduire.

chaleur, n'y est pas, ou du moins que ce n'est pas un feu brûlant, mais tel qu'il convient à la nature du mixte. Pendant le jour ces corps sont éclairés par la lumière du soleil beaucoup plus forte que leur propre lumière qui se trouve ainsi éclipcée ; et la *raison en est* la même que *pour les étoiles*, qu'on ne voit en plein jour qu'autant qu'on a la vue très perçante et *que l'on est au fond d'un puits*.

11. — Il faut de plus, pour que nous jugions avec quelqu'assurance de la grandeur de l'objet visible, que le milieu soit homogène (*uniforme*) et que l'objet ne soit pas trop éloigné. Car nous ne jugeons d'une manière certaine de la grandeur d'aucun objet qui est à une immense distance. Aussi les étoiles, quoique bien plus grandes que la terre, nous paraissent à peine de la grosseur d'un œuf. De plus, le seul rayon perpendiculaire à la surface d'un milieu d'une autre diaphanéité que celui qu'il a traversé, se propage suivant la même droite dans le second milieu, et il est le seul à se réfléchir aussi suivant la même droite, s'il rencontre un corps opaque. Tout autre rayon tombant obliquement sur un milieu d'une autre densité se réfracte ou se réfléchit obliquement. Nous appelons rayon visuel l'espèce de la chose visible. Ce n'est pas une ligne ou une surface mathématique sans profondeur, mais une pyramide *corporelle*, dont la base est sur la chose qui est vue et le sommet dans l'œil qui voit. Un corps lumineux tout entier *termine* toujours une pyramide de sa lumière en un point quelconque ; c'est pourquoi l'œil, en quelque point du milieu qu'il soit placé, peut voir le corps lumineux, mais diversement. Car plus la pyramide est courte, plus elle est forte, et plus l'angle du sommet est grand ; et par conséquent la chose ainsi vue paraît plus grande. De là, on peut facilement conclure qu'une chose parfaitement ronde est invisible : car comme sa surface est partout également éloignée du centre, son extrémité se termine en un point indivisible, et par conséquent la base de la pyramide ne trouve pas de fondement. C'est pour cela que MERCURE TRIMEGISTE dit que le monde, de lui-même, est invisible parce qu'il est rond. Si le soleil et les autres astres nous paraissent ronds, c'est qu'ils sont fort éloignés et que la pyramide (visuelle) n'est pas sous-tendue par un seul point extrême, mais par une certaine ligne arquée (*linea arcuali*), laquelle paraît être plus grande de loin, plus petite de près. Aussi, ces corps ne paraissent-ils pas sphériques mais plans. Si on voit quel-

quelque chose de rond, ce n'est jamais d'une rondeur parfaite. L'œil qui toucherait une sphère n'en verrait rien, quand bien même le milieu ne ferait pas défaut..... (1)

Dans le reste du chapitre et dans les deux suivans, l'auteur traite de la réflexion et de la réfraction de la lumière très sommairement. Il explique, d'après les opticiens (GUICILON *sic*), ALHACEN, BACHON) auxquels il renvoie, pour plus de détail, les images de miroirs et les phénomènes les plus simples de réfraction, entr'autres pourquoi une pièce de monnaie placée dans l'eau est vue plus près de la surface, et pourquoi un objet vu, au contraire, de l'eau dans l'air, paraît plus loin de la surface. J'arrive immédiatement au chapitre X, où il traite du mode suivant lequel se fait la Vision.

12. — Des hommes d'une autorité respectable ont enseigné que la Vision se faisait par émission d'un esprit visible, allant de l'œil à la chose vue, et ARISTOTE expliquant pourquoi les yeux caves ou ceux qui sont placés au fond d'un puits, voient plus clairement, paraît penser de même, puisqu'il dit que cela arrive parce que les rayons sortants sont moins dispersés. Ces philosophes disent donc que cet esprit est immatériel et très agile, de sorte que dans un instant il peut aller aux choses visibles même les plus éloignées et en revenir. Il y en a cependant d'autres, qui conçoivent que les espèces des choses visibles et l'esprit qui sort de l'œil se rencontrent dans le milieu. Cette hypothèse de l'émission par l'œil d'un esprit ne serait peut-être pas très difficile à défendre. Cependant elle est repoussée par bien des gens comme incompatible avec les données de la philosophie et de la perspective. C'est pourquoi nous aussi, qui devons nous en tenir à la science *la plus commune*, nous dirons que la Vision se fait par la réception, dans l'œil, des espèces des choses visibles, au moyen d'une pyramide dont la base est sur la chose vue et le sommet dans l'œil. Quant à l'esprit visuel lucide et clair (*spiritus visivus, lucidus et clarus*), il descend du cerveau par les nerfs jusqu'aux yeux. Modifié par les espèces (ou images), il revient (au cerveau) avec une sensation confuse. A son retour, l'âme s'éveille et voyant la surface de son diaphane qui est de la plus grande pureté et tout-à-fait incolore, se teindre semblablement à l'objet, elle se tourne vers cet

(1) Nous avons rapporté cette opinion à cause de sa singularité.

objet d'où lui vient cette splendeur , et elle le perçoit alors par une sensation distincte. Cela se fait par voie *d'assimilation*. De même, en effet, que la cire flexible est configurée par le génie de l'artiste , comme la chose qu'il a actuellement devant les yeux , par exemple , la figure humaine , celle d'un lion ou d'un âne , et que l'artiste ne pourrait pas faire cette configuration s'il n'avait pas d'âme ; mais de telle sorte (qu'au moyen de l'âme et même sans le secours des mains) si la cire était animée , l'intelligence qui est au-dedans de l'homme façonnerait la cire conformément à toute figure qui lui serait représentée ; ainsi l'esprit visuel animé par l'âme sensitive est façonné par l'âme intelligente, suivant la figure visible qu'il a rencontrée dans l'œil. Il est donc évident qu'il ne peut y avoir de Vision distincte sans attention de la part de l'intelligence. Nous passons quelquefois, en effet, près de bien des gens dont nous recevons les images dans les yeux , sans les connaître , parce que nous sommes alors attentifs à autre chose. Il faut penser de même de l'ouïe , de l'odorat , du goût et du tact : car de même que *l'esprit* se façonne conformément aux images des couleurs , de même , dans l'oreille , cet esprit *s'assimile* aux images des sons , dans le nez aux images des odeurs , dans la langue aux images des saveurs , dans tout le corps aux images des choses tangibles. Il faut nécessairement que tous les esprits de cette espèce soient épurés de tout ce qui tient aux choses sensibles , afin que ce qui serait d'avance au-dedans ne fasse point obstacle aux choses du dehors. Car si l'esprit visuel , par exemple, avait une certaine couleur en partage , il ne représenterait pas indifféremment toute espèce de couleur , mais il percevrait la couleur dont il serait teint , de même que celui qui regarde à travers un verre rouge , estime rouges toutes les choses qu'il voit.

N° 16.

EXTRAITS DE L'OUVRAGE AYANT POUR TITRE :

*De triplici Ente Cursus philosophicus, autore P. Augustino Laurentio soc. Jesus Lusitano, ex-professore philosophiæ in collegio Uispolensi, 4 tom. in-f°, 1678.*

---

Qu'est-ce que la lumière ? qu'est-ce que la couleur ?

On a dit : 1° que la lumière n'est que la manifestation de la couleur. Nous rejetons cette opinion parce qu'on voit souvent sans voir de couleur ;

2° Que la lumière est un corps : cela ne nous plaît pas , parce que la couleur est dans un même lieu avec le corps coloré ; et que deux corps ne peuvent exister dans le même lieu ;

3° Que la lumière est la forme substantielle du soleil ; cela ne nous plaît pas davantage , parce que la lumière se sent par elle-même : mais aucune substance ne peut se sentir par elle-même ; mais seulement par un accident.

Quant à nous , conformément aux doctrines des PP. de Coïmbre (commentateurs de la physique d'ARISTOTE, du traité de l'âme, etc), nous disons que la lumière est un acte accidentel du genre de la qualité ou appartenant au *prédicament* de la qualité. Les deux modes de la lumière qu'on a désignés sous les noms de *lux* et de *lumen* ne diffèrent pas. Ils ont la même cause , le soleil.

L'effet formel de la lumière est de constituer le corps diaphane en acte.

Le sujet de la lumière est le corps transparent dans sa profondeur, le corps opaque dans sa surface.

Les propriétés de la lumière sont de n'avoir pas de contraire , de se produire et de se répandre dans un instant ; de dépendre tellement du corps qui la produit qu'elle a besoin d'être continuellement produite ; d'être une qualité active à double titre : et parce qu'elle produit la chaleur , et parce qu'elle produit partout, son semblable, la lumière ; de ne se produire elle-même , et de ne produire quelqu'effet que ce soit qu'*en ligne droite* ; d'être par elle-même manifeste et de manifester toutes les autres choses.

La couleur est une qualité *permanente* dans le corps coloré et distincte de la lumière, contrairement à ce que soutiennent PLATON, AVICENNE, THÉMISTIUS, OEGIDIUS, etc., mais la couleur est dans le corps coloré en puissance seulement, comme la diaphanéité est dans l'air et dans l'eau. L'auteur adopte, sur ce point, l'opinion d'ARISTOTE : de même que sans lumière, il n'y a pas de diaphanéité actuelle dans l'air et dans l'eau, ainsi sans lumière, il n'y a point de couleur visible dans le corps coloré. Il emprunte également à ARISTOTE toute sa théorie des couleurs vraies et apparentes, simples et composées. Il y a sept couleurs *simples*, deux extrêmes et cinq moyennes : le *blanc*, le pourpre, le rouge, le jaune, le vert, le bleu et le *noir*. Le blanc est la couleur propre ou, par excellence, le noir en est l'altération, etc.

Tome II, page 468—472.

Il arrive à la Vision. Il pose en principe : que la vue a un sujet approprié ; que la vue perçoit la lumière et les couleurs ; qu'une chose peut être vue de deux manières différentes : comme *terme* de la Vision, par exemple, une muraille blanche ; ou comme milieu, l'air par exemple, quand il est traversé par la lumière ; que la chose vue peut être ou seulement lumineuse, comme le feu ou une étoile, ou bien colorée, comme une muraille blanche.

Conformément aux doctrines d'ARISTOTE et de son commentateur le P. SOAREZ, il soutient : 1° qu'un corps lumineux peut être vu à raison seulement de la lumière qui lui est inhérente, sans que le milieu soit illuminé ; 2° mais pour que la couleur soit vue et fasse son image, il faut qu'elle soit illuminée ; 3° qu'elle n'exige pas toutefois un milieu illuminé ; 4° enfin que la couleur, pour être vue, n'exige pas de la lumière de la part de l'organe.

Il conclut de là que la couleur est comme une ombre ou une participation de la lumière, et qu'elle a en elle un commencement de visibilité. Pour être vue, elle n'a plus besoin que d'un complément de puissance, qu'elle emprunte à la lumière extérieure, de sorte qu'avec cette lumière et celle qui lui est inhérente, elle forme le parfait visible ou objet propre de la vue. Les couleurs diffèrent des autres qualités en ce que celles-ci ne peuvent être vues ni par elles-mêmes, ni avec la lumière, tandis que les couleurs ont en elles-mêmes de quoi être vues à l'aide de la lumière, et c'est en ce sens qu'ARISTOTE dit que les couleurs sont visibles.

Il faut qu'il y ait un certain intervalle entre l'objet visible et l'organe de la vue, et il faut que cet espace intermédiaire ne soit pas vide, mais rempli d'un corps diaphane sans aucun corps opaque interposé.

La Vision se fait par la transmission d'images ou espèces (*species*) de l'objet à travers le diaphane.

PLATON a admis que la Vision se faisait par *extramission* de rayons, et il a été suivi par GALIEN, SÉNÈQUE, PRISCIANUS, EUCLIDE, PTOLÉMÉE. Quant à nous, nous disons, avec ARISTOTE, et d'accord avec le P. SOAREZ et les PP. DE COÏMBRE, que la Vision se fait par *intus-susception*, c'est-à-dire, par réception des images des objets, sans nulle émission de rayons des yeux. L'œil reçoit donc l'image de l'objet; par l'image, l'objet est uni à la puissance vivante, et la puissance est constituée en acte pour voir. Nous disons que c'est l'opinion d'ARISTOTE, telle qu'elle est exposée lib. de *sensu et sensibili*; P. SOAREZ, de *animâ*, lib. III, cap. 47, et PP. CONIMB., de *animâ*, lib. II, cap. 7. Dans les autres endroits (par exemple, lib. I, de *generat. anim.*, cap. I), ARISTOTE parle d'après l'opinion commune.

Mais en quelle partie de l'œil se fait la Vision ?

La Vision ne se fait pas au point de jonction ou de concours des nerfs optiques, comme l'ont pensé AVICENNE, 6. *natur.*, p. 3, cap. 8; VITELLIUS, lib. III, *theor.* 2, et ALBERTUS MAGNUS, de *animâ tractat.* III, cap. 14. En effet, les images qui sont les causes particulières de la Vision ne peuvent parvenir jusqu'à cette jonction des nerfs, puisqu'elles ne peuvent passer à travers des corps opaques, comme des os et autres parties interposées entre l'œil et le lieu où les nerfs s'unissent. En outre, puisque les nerfs servent à apporter de la cervelle les esprits visoriaux, si la Vision se faisait au point de concours des nerfs, ces esprits s'arrêteraient-là et ne descendraient pas jusqu'à l'œil.

Il est d'ailleurs évident que la Vision ne se fait ni dans l'uvée, ni dans le vitré, ni sur la rétine, ni sur la cornée.

La Vision se fait dans le cristallin, et ainsi ont pensé ARISTOTE, de *gener. animal*, cap. 5; GALIEN, VIII, de *usu part.*, cap. 6; P. SOAREZ, de *animâ*, lib. III, cap. 18; PP. CONIMB., de *animâ*, lib. II, cap. 7, et beaucoup d'autres PP. Le P. SCHEINER a soutenu une opinion contraire dans son livre de *L'OEil*, parce que, dit-il, le cristallin est diaphane, et ne peut par conséquent ni ar-

rêter, ni fixer les images ; mais l'auteur répond que l'eau profonde arrête la couleur.

Tome II, pages 472 et suiv.

Voilà où en était encore, en 1678, dans certains collèges, l'enseignement de la physique, partie intégrante de la philosophie. Et il ne pouvait en être autrement, lorsque des professeurs, théologiens avant tout, habitués à procéder dans leurs démonstrations par voie de textes et d'autorités, étaient en même temps chargés d'enseigner les sciences qui ne relèvent que de l'observation et de l'expérience. GALILÉE, dans ses *Dialogues sur les grands systèmes du monde*, nous conte, à ce propos, une plaisante anecdote, qu'il met dans la bouche de SAGREDO (un des trois interlocuteurs).

« Je me trouvai un jour, dit-il, à Venise, chez un célèbre médecin, où se réunissaient parfois quelques personnes par curiosité ou pour leur instruction, afin d'y voir faire quelques dissections par un homme qui n'était pas moins recommandable pour sa science profonde que pour son habileté en anatomie. Ce jour-là, on s'occupait de rechercher l'origine et la naissance des nerfs. On sait qu'il y a, à ce sujet, une fameuse controverse entre les médecins Galénistes et les philosophes Péripatéticiens. L'anatomiste, après avoir montré que le tronc principal des nerfs, partant du cerveau et passant par la nuque, allait ensuite en se prolongeant par l'épine du dos et se ramifiait de là dans toutes les parties du corps, tandis qu'un seul cordon très grêle et pas plus gros qu'un fil à coudre, se rendait au cœur, se retourna alors vers un gentilhomme, qu'il connaissait pour philosophe Péripatéticien, et dont la présence l'avait engagé à mettre un soin extraordinaire dans ses recherches et dans sa démonstration, et il lui demanda s'il restait bien assuré et bien convaincu que l'origine des nerfs était dans le cerveau et non dans le cœur. A cela, le philosophe, après s'être arrêté quelque temps à y réfléchir, lui répondit : Vous m'avez fait voir la chose si clairement et d'une manière qui saute tellement aux yeux, que si le texte d'ARISTOTE, qui dit formellement que les nerfs naissent du cœur, n'y était pas contraire, il me faudrait bien, à toute force, confesser qu'elle est vraie. » (1)

(1) *Galilei opere : dialogo II*, tome I, page 121, éd. florentine — tome XI, page 264, éd. de Milan.

N° 17.

ANALYSE ET EXTRAITS DE F. MAUROYCE.

---

L'ouvrage de Fr. MAUROYCE (de Marolle) abbé de Mes-sine, a pour titre : *Photosmi seu theorematata de lumine et umbrâ*. Composé vers 1554, il ne fut imprimé, pour la première fois, qu'en 1611 à Naples ; une deuxième fois à Lyon, 1613, vol. in-4°. MAUROYCE représente assez bien la marche des rayons réfractés à travers les milieux réfringents. Cependant il ajoute peu de chose à ce qu'on savait avant lui. Il dit que les rayons perpendiculaires à la surface des corps diaphanes les traversent en ligne droite ; que les obliques sont infléchis et d'autant plus qu'ils sont plus obliques. L'objet vu par réfraction apparaît au lieu du concours des rayons réfractés avec la droite perpendiculaire à la surface qui seule n'éprouve point d'inflexion. Les objets vus ainsi sous un plus grand angle, paraissent plus grands et plus rapprochés. Ceux qui sont vus sous un angle moindre paraissent plus petits et plus éloignés..... Il fait voir que si un rayon traverse un milieu à surfaces parallèles, le rayon émergent sera parallèle au rayon incident, et, par conséquent, en regardant à travers un semblable milieu les objets ne seront point déplacés.

Il donne l'anatomie de l'œil d'après André VESALE, et par conséquent d'une manière plus exacte que les autres opticiens. Puis, pour arriver à expliquer la marche des rayons dans l'œil, il étudie l'effet des lentilles convergentes et divergentes, en insistant sur ce point qu'il y a inflexion ou réfraction de la lumière à la surface d'entrée et à la surface de sortie de chaque lentille pour tout autre rayon que celui qui suit l'axe (*Diaphanéon*, lib. I). Il y revient dans le troisième livre avant d'en faire l'application au cristallin. « Voici donc, dit-il, ce qu'exige la réfraction d'un rayon qui pénètre dans une surface diaphane. Si l'on conçoit des rayons AB, CD équidistants (parallèles) (fig. 18) compris dans l'intérieur d'un diaphane ABDC, convexe des deux côtés, il faut que des deux côtés, à l'entrée et à la sortie, ils se brisent aux points A, B, C, D, et qu'ils aillent concourir avec l'axe du milieu PQ, suffisamment prolongé.

Au contraire, si les rayons parallèles AB, CD, sont supposés compris dans l'intérieur d'un diaphane concave des deux côtés, après s'être brisés en sens opposé aux points A, B, C, D, ils dévieront en sens contraire, en s'écartant de l'axe PQ qui seul suivra sa direction rectiligne..... Il est facile de voir par là quelle est la forme du diaphane qui par le moyen de la réfraction réunit les rayons et qu'elle est celle qui les disperse : la forme convexe réunit, la forme concave disperse (*convexa congregat, concava disgregat*). Il faut encore remarquer que plus sera petite la sphère à laquelle appartient la surface convexe ou concave, plus sera grande la courbure et plus, par conséquent, sera grande la réfraction. Car sur une surface plus courbe le rayon tombera dans une direction plus inclinée ; or, plus l'inclinaison est grande et plus est grande aussi la réfraction. Il s'ensuit donc que dans un diaphane convexe appartenant à une plus petite sphère, les rayons réfractés sont plus concentrés et ils sont plus dilatés également par un diaphane concave appartenant à une plus petite sphère ; ou pour tout dire en peu de mots : dans un milieu convexe plus globuleux, les rayons réfractés sont rendus plus convergents, et dans un milieu concave plus creux ils sont rendus plus divergents. D'après cela, une figure convexe des deux côtés est la figure qui convenait le mieux au cristallin (*Pupille*) pour la Vision, car il n'était possible de voir dans une grande étendue qu'au moyen des lignes concourant vers les yeux dans un espace resserré. Or les lignes concourantes sont plus commodément reçues par une surface convexe, et une surface convexe leur fait éprouver une moindre réfraction. C'est aussi pour cela que cette même forme se trouvait non moins convenable, tant pour les tuniques de la cornée et de l'uvée que pour l'humeur aqueuse et la membrane rétiforme. Et puisque la cornée, l'uvée, l'humeur aqueuse unie à l'humeur vitrée, présentent extérieurement des figures presque orbiculaires, il fallait que le cristallin (*pupillam*) qui est au centre de ces orbes et qui est le *réceptacle des images* (*specierum receptaculum*) fut aussi globuleux, non pas cependant sphérique, car alors les rayons visuels perpendiculaires à la surface, passant par le centre de la sphère et s'y coupant mutuellement apporteraient sur le nerf optique l'image de l'objet visible dans une situation différente et même inverse, de sorte que les objets paraîtraient renversés à celui qui les regarde. Il a donc fallu que le cristallin fut comprimé et composé pour ainsi dire de deux portions de sphères ; c'est ce qu'eût

fort bien reconnu ROGER BACCHON ( *sic* ), s'il n'avait attribué une partie de ce globe à l'humeur vitrée ; il arrive ainsi que les rayons visuels tombant à la surface antérieure du cristallin et traversant toute la profondeur de l'humeur glaciale arrivent sur le nerf optique sans s'être rencontrés, c'est-à-dire avant leur concours, par conséquent dans leur propre situation (*in suomet situ*) et représentent l'image dans la vraie position (*speciem in sua positione representant*)..... Reste, ce qui est de la plus grande importance, à voir et à comprendre de quelle façon les rayons se réfractent en entrant dans le cristallin et en en sortant. Il y a en effet des auteurs qui introduisent les rayons visuels perpendiculairement dans le cristallin et qui ne s'inquiètent point de quelle manière ils en sortent. Cela, suivant moi, est un non sens. Car si ce n'est pas au hasard, mais à dessein que la nature a façonné le cristallin sous la forme d'un globe lenticulaire, c'est aussi pour la même cause qu'elle lui a donné antérieurement et postérieurement la figure convexe. Il a donc fallu que le mode suivant lequel les rayons sortaient fut le même que celui suivant lequel ils entraient. Si donc la face antérieure du cristallin reçoit les rayons visuels perpendiculaires, comme le veulent ROGER BACCHON et JEAN PETSAN, la face postérieure doit aussi les laisser sortir perpendiculaires, ce qui ne peut être, à moins que le cristallin (*pupilla*) ne fut sphérique et que tous les rayons ne fussent des diamètres se coupant mutuellement au centre, ce dont la nature a eu horreur (*abhorrui*), tant à cause que cela ne peut se concilier avec la forme lenticulaire (*ob incommoditatem lenticularis formæ*), tant à cause qu'il fallait éviter que les images, par suite de l'intersection des rayons, ne fussent représentées dans une situation renversée. BACCHON et PETSAN disent donc une chose absurde lorsqu'ils avancent que les rayons des objets visibles entrent perpendiculairement dans le cristallin. »

*Diaphan.* lib. III, 81-82 et 84-85, édit. Lugd. 1613.

Il n'y a donc que l'axe seul de la pyramide radiale à entrer dans le cristallin et à en sortir perpendiculairement. Tous les autres rayons visuels sont brisés à leur entrée et à leur sortie..... Ils se brisent en se rapprochant de l'axe du milieu et ils vont rassembler l'image de l'objet visible sur le nerf optique (*ad axem medium accedentes, ut ad opticum nervum speciem rei visu congregaturi*).

Avec une forme différente du milieu transparent, l'angle de réfraction varie aussi. Il en résulte que la situation relative des rayons visuels est changée, et qu'il arrive nécessairement que leur concours se fait quelque fois *trop tôt*, d'autre fois *trop tard*. (*Concursumque radiorum visualium nunc anticipari, nunc differrî necesse est.*)

Une plus grande convexité donne une vue plus courte, une moindre convexité une vue plus longue. Dans les vieillards, en général, le cristallin s'est aplati avec l'âge. MAUROYCE indique en conséquence les genres de verres qui conviennent pour remédier à la myopie et à la presbytie.

*Ibid.* pages 86 et suivantes.

Il n'a manqué à MAUROYCE comme à ALHAZEN, pour connaître la véritable marche des rayons dans l'œil, que d'admettre le *renversement* des images sur la rétine. Mais ALHAZEN a su éviter l'absurdité dans laquelle tombe MAUROYCE sans s'en douter.

---

## N° 18.

### Sur la chambre obscure.

---

1.—On attribue généralement à MAUROYCE la première solution du fameux problème d'ARISTOTE; « Pourquoi la lumière du soleil qui traverse un orifice quelconque, va-t-elle former sur la terre ou sur une muraille opposée un spectre arrondi? et pourquoi dans les éclipses de soleil le spectre ainsi obtenu a-t-il une figure parfaitement semblable au *ménisque* non encore éclipsé? » Cependant ARISTOTE lui-même, non pas au problème 3, mais au problème 10 du IV<sup>e</sup> livre, où il s'agit de la dernière apparence, avait déjà *indiqué* cette solution. « La raison, dit-il, pour laquelle il se forme un ménisque contre terre en faisant passer la lumière du soleil par un petit trou, quand cet astre est en partie éclipsé, c'est qu'il *se produit deux cônes, l'un depuis le soleil jusqu'au trou et l'autre depuis ce trou jusqu'à terre, et ces deux cônes sont opposés par le*

*sommet*. Quand le cône d'en haut sera entamé, le ménisque qui se formera sur la terre sera à l'opposite de la lumière ; car c'est du contour du ménisque qu'arrivent les rayons. »

2. — Voici le passage de LÉONARD DE VINCI auquel nous avons fait allusion :

« Comment s'entrecroisent les images des objets reçues dans les yeux au-dedans de l'humeur albugineuse ? »

« L'expérience qui montre comment les objets envoient leurs images ou leurs ressemblances entrecroisées à l'intérieur de l'œil dans l'humeur albugineuse se démontre, quand par quelque petit trou rond pénètrent les images des objets éclairés dans une habitation fort obscure. Alors si vous recevez ces images sur un carton blanc, placé à l'intérieur de cette habitation et assez près du trou, vous verrez lesdits objets sur ce carton avec leurs propres figures et couleurs, mais ils seront plus petits et *sans dessus dessous* à cause dudit entrecroisement ou intersection. »

COESARIANO décrit le même phénomène dans sa traduction italienne de VITRUVÉ, imprimée à Cosme, in-f<sup>o</sup>, 1524.

3. — La première chambre noire de PORTA n'était pas munie d'une lentille convergente mais d'un *miroir réflecteur concave*. Voici la description de l'expérience que j'extrahs du chap. II., liv. IV, de l'édition de Lyon, 1561, réimpression de la première édition, 1558. (Elle n'est qu'en 4 livres.) Après avoir décrit l'expérience de la chambre obscure ordinaire, connue avant lui, et qui permet d'observer facilement les éclipses de soleil, il continue ainsi : « Je déclarerai maintenant ce que j'ai toujours tu jusqu'ici et que j'ai cru devoir taire. Voulez-vous voir *tous les objets avec leurs couleurs* ! Placez en face de l'ouverture (*e regione*) un miroir, non pas un de ceux qui dispersent les rayons en les séparant, mais un miroir qui en les rassemblant les unisse ; approchez-le ou éloignez-le jusqu'à ce que vous ayez reconnu que son centre est à la distance convenable pour la formation de la vraie image. Si vous avez bien pris vos dispositions, vous verrez se reproduire sous vos yeux (sur un écran), les figures des hommes, leurs gestes, leurs mouvements, leurs habits, le ciel avec ses nuages et sa couleur bleue, les oiseaux volants dans l'air (1). Si vous êtes parvenu à trouver le vrai point (qui convient au miroir) vous éprouverez de ce spectacle une grande jouissance, et vous reconnaîtrez avec étonnement que

(1) Dans les éditions postérieures, il ajoute : « En plaçant un petit cercle de papier au-dessus du trou, vous verrez en quelque sorte dans ce petit cercle tout l'univers en abrégé.

tous les objets sont vus renversés, parce qu'ils sont près du centre du miroir; car si vous éloignez (l'écran) au-delà du centre, vous les verrez plus grands et droits tels qu'ils sont. » PORTA n'a pas donné de figure de son expérience (du moins dans les éditions petit in-12, 1561, et in-8°, 1609 que j'ai entre les mains). Voici comment on peut en comprendre la disposition: (Voir fig. 49) Soit O l'ouverture du volet, C le centre de la sphère dont le miroir fait partie, AP, BQ, les faisceaux des rayons envoyés par les extrémités A et B de l'objet: l'image sera en *ab* renversée. Mais au-delà en *a'b'* on en aura une droite plus grande, mais plus confuse. (*Minus perspicua*, ainsi que PORTA le dit dans les dernières éditions. » Pour que les images se dessinent plus clairement, ajoute PORTA, il est nécessaire que le soleil en frappe face les objets. S'ils ne sont pas assez éclairés, il faut, avec un miroir, diriger sur eux la réflexion du soleil.... Par-là les médecins et les philosophes peuvent voir manifestement à quel endroit dans les yeux se fait la Vision; et c'est ainsi que se trouve résolue la question tant agitée de l'*intromission* (des images). Il était impossible par aucun autre artifice de résoudre mieux l'une et l'autre question. L'image s'introduit par la pupille, comme par l'ouverture du volet; la petite portion de la grande sphère placée au fond de l'œil (la rétine ou le cristallin?), fait l'office de miroir: si quelqu'un mesure la distance, il trouvera que la Vision se fait au centre. Je sais que cela plaira beaucoup aux esprits ingénieux (1). » PORTA employait aussi quelque fois deux miroirs, l'un convexe sur lequel tombait d'abord la lumière et qui donnait une image virtuelle plus petite que l'objet, l'autre concave qui recevait la lumière réfléchie par le premier et donnait l'image réelle qu'on projetait sur le carton.

---

### N° 19.

#### Sur la Vision droite à l'aide d'images renversées.

---

Pourquoi voyons-nous les objets droits bien que leurs images soient renversées au fond de l'œil? C'est là une

(1) On voit par là que M. MALCAIGNE, sans s'en douter, n'a guère fait que renouveler la première explication donnée par PORTA du phénomène de la Vision (Voir *Journal de MARGENDIE*, tom. 10. p. 235).

question qui a été déjà bien débattue entre les physiiciens, les physiologistes et les philosophes (1). Mais nous sommes de ceux qui pensent qu'il ne peut y avoir là matière à un problème de science positive. Entre l'impression physique faite sur le nerf et la sensation qui la suit, il y a un abîme. Les lois de la mécanique ne sont plus applicables à un phénomène physiologique et même psychologique. L'impression directe sur l'organe détermine habituellement la sensation, mais la sensation peut-être aussi produite dans l'absence de l'impression directe : de là les hallucinations, les rêves, les fantômes créés par la peur. Un coup de poing sur l'œil nous fait voir, comme on dit, *mille chandelles* ! Quel rapport y a-t-il là entre l'impression et la sensation ?... On parle de haut et de bas, de droit et de renversé. Mais en vérité, lorsqu'on applique ces expressions aux fibres nerveuses qui transmettent le résultat de l'impression lumineuse au *sensorium commune*, qu'est-ce que cela peut signifier ? Si les fibres nerveuses étaient originairement disposées de manière à se croiser dans le nerf, à se contourner de mille façons avant d'arriver au cerveau, est-ce qu'il serait possible d'admettre qu'en soi cette disposition aurait la moindre influence sur la direction dans laquelle nous verrions les objets ? Nos organes des sens ne nous apportent pas des jugements tout formés, mais la matière de nos jugements. C'est l'esprit qui juge en combinant, suivant des lois qui lui sont propres, les rapports de nos sens, et en les contrôlant incessamment les uns par les autres. Il nous est absolument impossible de concevoir le jugement que nous porterions d'après une sensation isolée. Nos sensations s'associent comme nos idées, et l'une rappelle l'autre. Lorsque nous touchons une petite boule avec deux doigts croisés, nous la jugeons double, et comme on dit, nous *touchons des doigts*. Pourquoi ? Parce qu'habituellement les parties des deux doigts qui touchent en ce moment le même objet ne peuvent toucher que des objets différens. Si nous étions nés avec ces doigts croisés, qui peut douter un seul instant que, dans cette même expérience, l'objet ne nous parût simple, et qu'au contraire, si l'on venait à les séparer violemment pour les faire se tenir dans la direction normale, l'objet touché par les deux doigts, en y appliquant les surfaces internes, ne semblât double.

(1) Voir *Encyclopédie méthod.*, art. *Vision*, tome IV, page 888 du *Dictionnaire de Physique*.

D'ALEMBERT examinant le problème de la direction dans laquelle nous voyons, dit que « le rayon qui frappe le fond » de l'œil n'affecte pas l'organe suivant sa propre direction, » mais son action sur le fond de l'œil doit s'exercer et » s'estimer conformément aux lois de la mécanique, » suivant une direction perpendiculaire à la courbure que » le fond de l'œil forme en cet endroit (1). » Cela est vrai, sans aucun doute, *mécaniquement*, mais qu'en conclure par rapport au jugement que nous porterons sur la *direction* du point lumineux qui envoie ce rayon? N'en est-il pas ici du rayon lumineux comme du bâton qui guide l'aveugle. Si le bâton est droit, l'aveugle rapporte les objets qu'il *sent* par son intermédiaire, dans la direction rectiligne du bout qu'il tient à la main. Mais si ce bâton était fait de deux morceaux formant entre eux un certain angle, n'aurait-il pas bientôt acquis l'habitude de voir les objets aux lieux où ils sont réellement, c'est-à-dire, suivant une ligne plus ou moins inclinée par rapport à celle qui lui transmet directement l'impression. DESCARTES nous a montré comment l'aveugle avec les bâtons croisés entre les deux mains, jugeait à droite le corps qui ébranlait le bâton tenu de la main gauche et *vice versa*. Mais, lorsqu'il aura bien acquis l'usage de ces bâtons croisés, si on venait à leur substituer, sans qu'il s'en doutât, un double système anguleux tels que GCB', A'C'D. (fig. 20) il se tromperait infailliblement dans ses jugements jusqu'à ce qu'il eût pris de nouvelles habitudes. Il en serait absolument de même si dans le cas des bâtons croisés, en supposant qu'il n'eût reçu de *choc* qu'au-delà du point de croisement, il arrivât qu'une pierre vint frapper au point E le bâton qu'il tient de la main droite. Il jugerait que le corps ainsi rencontré serait à sa gauche.

Nous en demandons bien pardon aux illustres sayants qui se sont occupés de cette question, mais au point vue d'une saine philosophie, rechercher la *direction* dans laquelle nous voyons les objets, en dehors de l'habitude et de l'association des idées, nous semble quelque chose de vain et d'oiseux. Nous croyons, ainsi que l'a fort bien dit ALHAZEN, tout en se montrant infidèle à son principe, que, pour les rayons lumineux une fois arrivés aux dernières ramifications du nerf, il n'y a point à considérer la *direction*, par rapport aux fibres nerveuses, mais seulement leur *ordonnation*, et que le jugement qui s'ensuit pour la position relative des

(1) D'ALEMBERT. *Opuscules*, t. I. pag. 265.

objets est une conséquence de l'habitude, et n'a rien de primitif, ni de nécessaire.

MONTUCLA, dans son histoire des mathématiques (1) a soutenu en d'excellents termes la même opinion que nous, et nous y renvoyons.

N° 20.

Calculs relatifs à la détermination de la distance focale principale pour un œil donné (Voir fig. 24).

Nous faisons abstraction de l'aberration de sphéricité et nous calculons la distance  $mP^{IV}$  à laquelle un rayon  $PI$  parallèle à l'axe vient le rencontrer.

Soient  $mP = d$  les épaisseurs des milieux réfringents  $nm' = e$   
 $mP' = d'$   $m''m'' = e'$   
 $mP'' = d''$   $m''m''' = e''$   
 $mP''' = d'''$   
 $mP^{IV} = d^{IV}$

Les rayons de courbure sont représentés par  $r, r', r'', r'''$

Les indices relatifs de réfraction par  $l, l', l'', l'''$

Nous nous servons des formules

$$(1) \frac{l-1}{r} = \frac{l'}{d'} + \frac{1}{d} \quad (2) \frac{l'-1}{r'} = \frac{l''}{d''-e} - \frac{1}{d'-e}$$

$$(3) \frac{l''-1}{r''} = \frac{l'''}{d'''-e-e'} - \frac{1}{d''-e-e'}$$

$$(4) \frac{l'''-1}{r'''} = \frac{l''''}{d^{IV}-e-e'-e''} + \frac{1}{d'''-e-e'-e''}$$

PREMIER CALCUL.

Pour l'œil n° 2 de KRAUSE, nous avons

$r = 10.07$	$e = 0.9259$	$l = 1.330$
$r' = 7.1113$	$e' = 2.7778$	$l' = 1.006$
$r'' = 10.2401$	$e'' = 4.6296$	$l'' = 1.034$
$r''' = 5.20$		$l''' = 0.967$

Pour  $d = \infty, d' = 40^{mm}6$  d'où  $d'-e = 39,07$   
 $d''-e = 38,6$   $d''-e-e' = 35,82$   
 $d'''-e-e' = 36,6$   $d'''-e-e'-e'' = 31,97$   
 $d^{IV}-e-e'-e'' = 27^{mm}7$  d'où  $d^{IV} = 35^{mm}9343$

Or, l'axe  $MR$  pour cet œil =  $25^{mm},2314$ . Donc le foyer principal serait à plus de  $10^{mm}$  derrière la rétine.

(1) Tom. II. 225-226.

**DEUXIÈME CALCUL.**

Nous supposons la cornée et l'humeur aqueuse formant un seul milieu réfringent.

	$l=1.257$	$l'=1.034$	$r=6.987$		
	$r=7.5$	$r'=7.5$	$r''=5.5$	$c=3.7$	$c'=5$
1° Pour $d=\infty$	$d'=29.7$	$d'-c=26.0$	$d''-c=26.05$	$d''-c-c'=19.85$	
		$d''-c-c'=16.4$	$d''-c=25.4$		} Différence $0.45$
2° Pour $d=731$ .....			$d''=25.9$		

Ainsi, pour cet œil moyen, e'est à peine si le foyer principal tomberait sur la rétine.

**N° 21.**

**Sur l'impossibilité du changement de conformation de l'œil.**

L'œil, dit LAHIRE, qui est attentif à considérer un objet éloigné d'un pied et demi, s'il a la conformation nécessaire pour le voir distinctement, n'aura pas celle qu'il faut pour en voir un à 6 pieds. Mais s'il a la conformation pour voir l'objet à 4 pied  $\frac{1}{2}$ , on en sera assuré en mettant au-devant de l'œil une carte percée de deux trous, car l'objet paraîtra toujours simple. Maintenant que ce même œil s'applique à considérer un objet à 6 pieds de distance, et comme il est fort attentif et qu'il doit avoir pris la conformation qui convient à cette distance, qu'il regarde au travers des trous de la plaque; il doit le voir simple dans cette hypothèse, comme il le voyait à 4 pied  $\frac{1}{2}$ . Cependant, l'expérience montre le contraire. Car il le voit double. Cet œil n'a donc pas pris la conformation qu'il faut pour voir cet objet à 6 pieds de distance, quoi qu'il l'eût pour 4 pied  $\frac{1}{2}$ . Et s'il ne l'a pas pour 6 pieds, il ne l'a pas pour toute autre distance au-dessus; les rayons qui entrent dans l'œil étant comme parallèles entr'eux dans ces distances.

Mais changeons d'expérience, et appliquons à cet œil, qui ne peut pas prendre la conformation nécessaire pour voir un objet à 6 pieds, un verre qui puisse lui donner ce qui lui manque, en sorte qu'il voie distinctement l'objet

simple au travers des trous de la carte. Il est certain, s'il considère cet objet avec le verre, sans l'interposition de la carte, qu'il le verra bien plus distinctement qu'il ne le voyait à la vue simple, quoi qu'il crût lui avoir donné la conformation propre pour cet effet, en observant de mettre toujours le verre à la même distance de l'œil. dans toutes les expériences; car autrement l'ouverture de la prunelle, demeurant toujours la même, les rayons qui entreraient dans l'œil après avoir passé au travers des verres placés à différentes distances, seraient plus ou moins convergens ou divergens. Mais qu'enfin cet œil regarde avec le même verre l'objet à 1 pied  $\frac{1}{2}$  de distance, et qu'il change sa conformation pour le voir distinctement, et quand il y sera attentif, s'il interpose la carte, en laissant toujours le verre, elle lui fera connaître qu'il voit l'objet double.....

Ce que je dis de 6 pieds et de 1 pied  $\frac{1}{2}$  sera de même des autres distances ou plus petites ou plus grandes. On ne peut pas dire que l'interposition de la carte apporte des changemens à cette expérience, puisque tout ce qui pourrait déterminer l'œil à quelque changement ne pourrait venir que du manque de connaissance de la distance, dont on juge toujours de même, soit qu'on regarde l'objet à vue simple ou à travers d'un ou de plusieurs trous. Il n'est donc pas vrai que l'œil ou le cristallin change de conformation pour voir les objets à différentes distances.

DE LA HIRE, *des Accidents de la Vision*,  
Pages 603 et suiv.

A cette argumentation, voici la réponse de POTERFIELD :  
Il faut d'abord rappeler l'état de la question. Il ne s'agit pas ici de chercher pourquoi un petit objet est ainsi multiplié, lorsqu'il se trouve placé *hors des limites de la Vision* (car POTERFIELD n'admet pas que l'œil le mieux conformé s'adapte de manière à voir distinctement à toutes les distances), il est évident, en effet, qu'il doit paraître alors multiplié, par la raison que l'œil ne peut jamais s'ajuster à la distance où il se trouve. Ainsi, si je ne puis voir distinctement un objet qui est plus proche de mon œil qu'un demi-pied, il doit paraître multiplié à la distance de 4 pouces, et si je ne puis le voir distinctement au-delà de 2 pieds, il doit paraître multiplié à 3 pieds et à toutes les autres distances plus grandes.

» Mon dessein est seulement de chercher la raison de cette multiplication, lorsque l'objet est placé *entre les limites de la Vision distincte*, que je suppose être ici de un pied et demi (depuis 6 pouces jusqu'à 2 pieds). Après plusieurs conjectures sur cette matière, je suis enfin entièrement convaincu, pour le présent, qu'il y a deux causes qui concourent à faire paraître ce phénomène, en empêchant l'œil de s'accommoder à la distance de l'objet vu à travers une carte percée, à savoir, l'apparence distincte de l'objet et l'erreur où est l'âme sur la distance où il se trouve. » POTERFIELD montre comment les trous de la carte, rétrécissant les pinceaux lumineux, l'image est vue distinctement par chacun d'eux. Sans la carte, tout restant dans le même état, la rétine n'étant pas au foyer, il y aurait confusion, cela est évident. Il continue : « Il est vrai que l'œil, pour corriger cette confusion, s'ajuste à la distance des objets vus sans interposition. Mais lorsque, par le moyen d'une carte percée, cette confusion ne s'y rencontre plus, *l'âme alors ne change pas la conformation de l'œil*, rien ne la déterminant à faire ce changement. C'est une des raisons pourquoi l'objet paraît si souvent multiplié, selon le nombre des trous au travers desquels on le voit, quoiqu'il soit placé dans les limites de la *Vision parfaite*, auxquelles l'œil peut aisément s'ajuster, (Pétition de principe !) La deuxième cause vient de l'erreur où est l'âme par rapport à la distance de l'objet. Il y a, en effet, *connexion et dépendance nécessaires* entre les mouvemens qui changent la conformation de nos yeux et certains mouvemens *correspondants* des *axes optiques*. Ces deux sortes de mouvement viennent à s'unir et à se combiner ensemble d'une manière si nécessaire qu'il nous est ensuite impossible, par aucun acte de la volonté, de diriger nos yeux vers quelqu'objet placé dans les limites de la *Vision parfaite*, sans leur donner en même temps cette disposition qui est nécessaire pour voir distinctement à cette distance..... Lorsque l'âme juge sainement de la distance de quelqu'objet, il faut nécessairement que les deux yeux y soient dirigés, et cela aussi bien, lorsqu'il y en a un de fermé, que lorsqu'ils sont ouverts tous les deux. Outre cette direction de nos yeux, il faut qu'ils soient encore ajustés à la distance de l'objet ; par ce moyen, l'objet ne paraîtra pas multiplié.

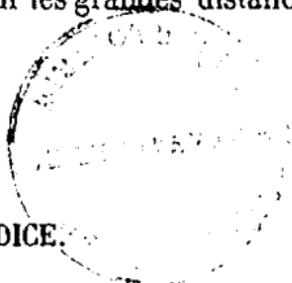
POTERFIELD, *Essais, etc.*, tome IV,  
pages 152 et suivantes.

Nous croyons cette argumentation bien faible : cette nécessité même qu'il reconnaît du déplacement des axes pour ajuster l'œil, est une, grave objection contre son hypothèse. Car si ce changement de direction suffit pour amener le foyer sur la rétine, à quoi bon en supposer une autre ?

L'expérience des *deux épingles* est susceptible de la même interprétation. POTERFIELD plaçait une épingle à une distance telle qu'en la regardant avec un seul œil à travers les *fentes* d'une carte (et non de simples *trous* d'aiguille), elle lui parût simple ; puis dirigeant le même œil vers une autre épingle située plus près et presque dans l'alignement de la première, il voyait celle-ci double. « La distance focale de l'œil avait donc changé ; l'organe s'était modifié. » LEROY, de Montpellier, montra l'inexactitude de la conclusion. Lorsqu'on regarde le premier objet, l'œil est dirigé de manière que l'image vienne se peindre sur la partie de la rétine voisine de l'extrémité de l'axe optique (l'objet étant alors dans le voisinage de la limite supérieure de la Vision distincte), et puisque la sensation est unique, le foyer tombe donc exactement sur la rétine. Mais comme on est obligé de détourner un peu l'œil (de l'abaisser surtout) pour fixer le second objet, les rayons émanés du premier se dirigeant alors vers une autre partie de la rétine, *nécessairement plus rapprochés du cristallin*, ils devront avoir leur foyer derrière cette membrane ; or, c'est précisément une des circonstances qui entraînent la duplication de l'image. Enfin, pour ne pas laisser le moindre doute sur la vérité de cette explication, il suffit de répéter l'expérience en mettant les deux épingles à la même distance de l'œil, sur une même ligne, de manière à être obligé de déplacer un peu l'axe de l'œil pour les fixer alternativement. Lorsqu'on regardera l'une, l'autre paraîtra double.

Il est bon de remarquer que dans l'expérience de POTERFIELD, les *fentes* de la carte permettent bien mieux que de simples trous le déplacement de l'axe. Nous croyons que l'expérience réussirait moins bien avec la carte percée de deux trous d'épingle. Nous n'avons pu jamais réussir à doubler une épingle vue d'abord simple, ni voir simple une épingle qui était d'abord double, en regardant à travers les deux fentes d'une carte ; mais ainsi que nous l'avons dit ailleurs, nous pouvons facilement produire cet effet, en déplaçant l'axe de notre œil avec le doigt. Lorsque je vois distinctement l'objet voisin, pour voir l'objet éloigné, il me suffit de relever ou d'abaisser l'axe optique : je le vois alors

distinctement , et je ne vois plus que confusément l'objet voisin. Au contraire, pour voir distinctement l'objet voisin, lorsque l'œil est trop près, il faut que je fasse se diriger l'axe optique sur cet objet, s'il n'y est déjà, en poussant l'œil du dehors en dedans. Mais si l'axe est déjà dirigé sur l'objet, je ne puis le voir distinctement qu'en rétrécissant la pupille. Pour moi, qui ai la vue courte, le déplacement de l'axe produit des effets bien plus sensibles pour les grandes distances que pour les petites.



FIN DE L'APPENDICE.

*Vu et approuvé,*

Paris, le 3 Juillet 1854.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,

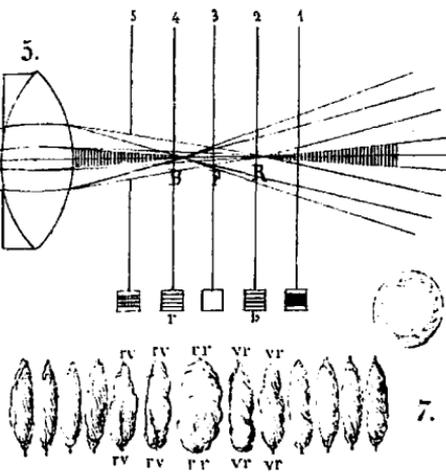
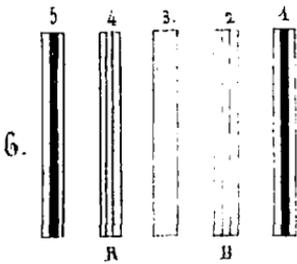
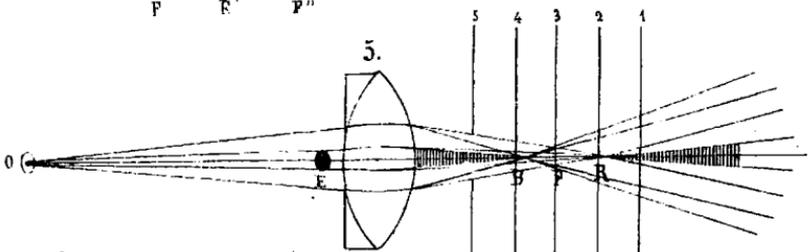
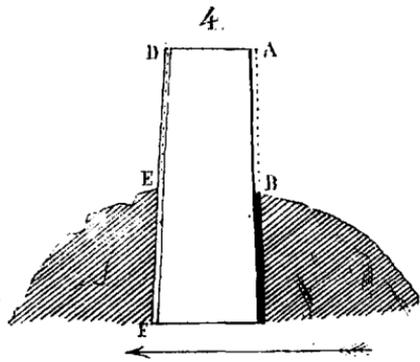
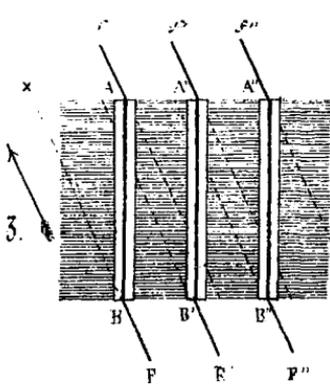
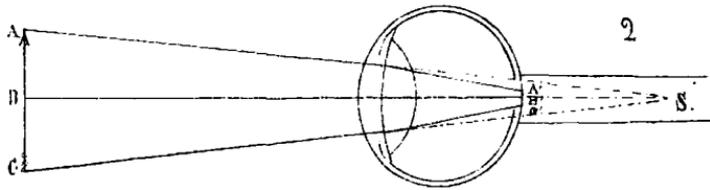
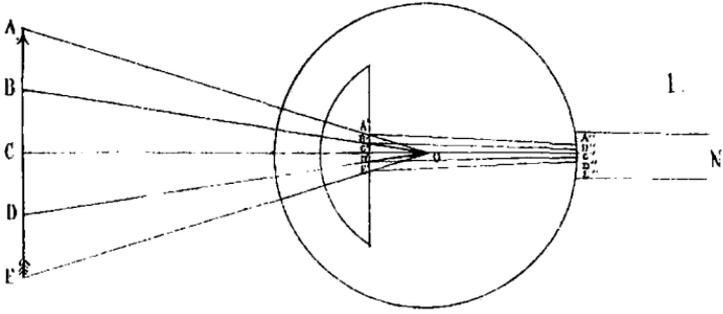
MILNE-EDWARDS.

*Permis d'imprimer,*

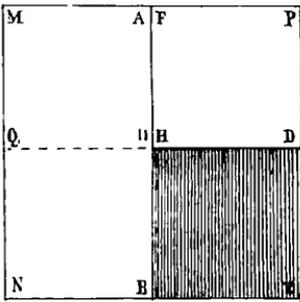
LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE LA SEINE,

CAYX.

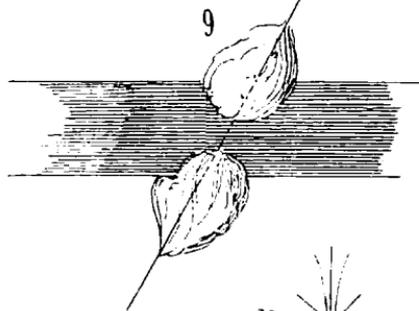




8.



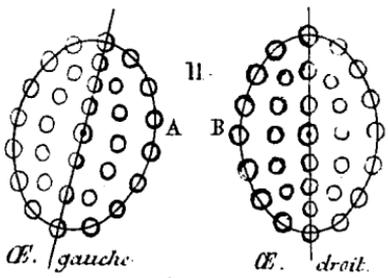
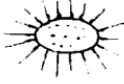
1<sup>re</sup> Partie.



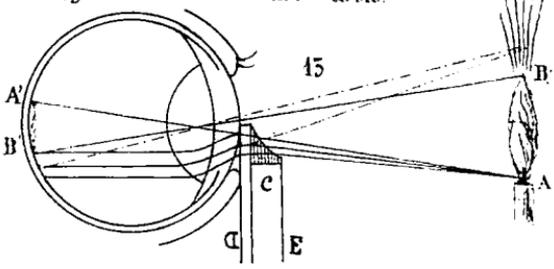
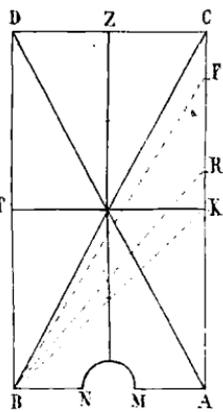
10



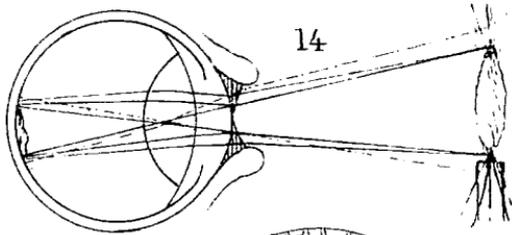
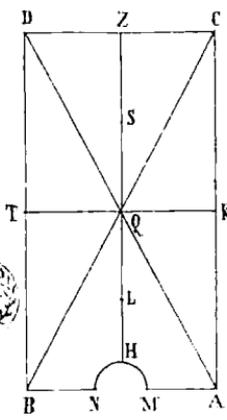
12



16.



17



Forme  
du réseau  
cutané.

