

personne ne méconnaissait la nature évidemment mécanique des principaux effets relatifs à la pesanteur ou au son long-temps avant que les progrès de la dynamique rationnelle eussent permis de l'employer à leur exacte analyse. On conçoit qu'une telle application a puissamment contribué, comme j'ai tâché de le faire sentir, au perfectionnement réel de la barologie et de l'acoustique; mais cela tient essentiellement à ce qu'elle n'avait rien de forcé ni d'hypothétique. Il ne saurait en être de même quant à l'optique. Malgré toutes les suppositions arbitraires, les phénomènes lumineux constitueront toujours une catégorie *sui generis*, nécessairement irréductible à aucune autre : une lumière sera éternellement hétérogène à un mouvement ou à un son.

Les considérations physiologiques elles-mêmes s'opposeraient invinciblement, à défaut d'autres motifs, à une telle confusion d'idées, par les caractères inaltérables qui distinguent profondément le sens de la vue, soit du sens de l'ouïe, soit du sens de contact ou de pression. Si ces séparations radicales pouvaient être arbitrairement effacées d'après des hypothèses gratuites, d'ailleurs plus ou moins ingénieuses, on ne voit pas où s'arrêteraient de telles aberrations. Ainsi, par exemple, un philosophe, dont la prédilection scientifique

porterait sur les effets chimiques, serait dès lors suffisamment autorisé, en prenant pour type le sens du goût ou celui de l'odorat, à prétendre expliquer à son tour les couleurs et les tons en les assimilant à des saveurs ou à des odeurs. Cette bizarre conception n'exigerait pas peut-être, en réalité, de plus grands efforts d'imagination, ni des subtilités plus étranges, qu'il n'en a fallu pour aboutir, par un procédé de même nature, à la similitude, aujourd'hui classique, entre les tons et les couleurs.

Que l'esprit humain sache donc, à cet égard, renoncer enfin à l'irrationnelle poursuite d'une vaine unité scientifique, et reconnaisse que les catégories radicalement distinctes de phénomènes hétérogènes sont plus nombreuses que ne le suppose une systématisation vicieuse. L'ensemble de la philosophie naturelle serait sans doute plus parfait s'il pouvait en être autrement; mais la coordination n'a de mérite et de valeur qu'autant qu'elle repose sur des assimilations réelles et fondamentales; déduite d'analogies purement hypothétiques, elle est à la fois sans consistance et sans utilité.

Les physiciens vraiment rationnels devront donc s'abstenir désormais de rattacher, par aucune fiction scientifique, les phénomènes de la lumière

à ceux du mouvement, vu leur hétérogénéité radicale. Tout ce que l'optique, dans son état actuel, peut comporter de mathématique, dépend, en réalité, non de la mécanique, mais de la géométrie, qui s'y trouve éminemment applicable, attendu la nature évidemment géométrique des principales lois de la lumière. A d'autres égards, on ne pourrait concevoir qu'une application directe de l'analyse, dans certaines recherches optiques, comme, par exemple, celles de Lambert sur la photométrie, où l'observation fournirait immédiatement quelques relations numériques : mais, en aucun cas, l'étude positive de la lumière ne saurait vraiment donner lieu à une analyse dynamique. Telles sont les deux directions générales suivant lesquelles les géomètres peuvent efficacement concourir aux progrès réels de l'optique, dont ils ont souvent à se reprocher aujourd'hui d'entraver le développement naturel en prolongeant l'empire des hypothèses anti-scientifiques par des analyses inopportunes et mal conçues, où brille d'ailleurs quelquefois, comme on le voit surtout dans les travaux si remarquables de M. Cauchy, une grande valeur abstraite, qui n'a malheureusement d'autre effet ordinaire que de rendre plus pernicieuse leur influence sur la philosophie de la science.

Il m'a semblé nécessaire d'indiquer ainsi, quant à l'optique, l'application formelle de la doctrine générale établie, dans la vingt-huitième leçon, sur la théorie des hypothèses. Ni la barologie, ni l'acoustique ne l'exigeaient, au contraire, en aucune manière, et l'heureuse impulsion philosophique produite par le génie de Fourier a pu même m'en dispenser essentiellement pour la thermologie : cet examen est enfin moins nécessaire envers l'électrologie, quoique ces conceptions chimériques y soient au moins aussi prépondérantes, leurs vices radicaux étant tellement sensibles que presque tous leurs partisans les reconnaissent aujourd'hui. La consistance plus spécieuse qu'elles ont en optique, y demandait, à un certain degré, un jugement spécial.

Procédons maintenant, d'une manière sommaire, sans nous occuper davantage de ces vaines hypothèses, à l'analyse philosophique de l'ensemble des connaissances réelles actuellement acquises sur la théorie de la lumière. Il est malheureusement difficile aujourd'hui, surtout quant aux découvertes récentes, de dégager nettement une telle exposition de toute allusion aux systèmes arbitraires d'après lesquels le langage scientifique a été jusqu'ici presque toujours formulé. Un physicien qui, pénétré de la doctrine philosophique

établie dans cet ouvrage, entreprendrait un traité spécial pour exécuter convenablement cette épuration fondamentale, rendrait, j'ose le dire, à la science un service capital.

L'ensemble de l'optique se décompose naturellement en plusieurs sections, d'après les différentes modifications générales dont la lumière, soit homogène, soit diversement colorée, est reconnue susceptible, suivant qu'on l'envisage comme directe, réfléchie, réfractée, ou enfin diffractée. Quoique le plus souvent coexistans dans les phénomènes ordinaires, des effets élémentaires aussi distincts ont dû être soigneusement séparés par les physiciens. A ces quatre parties principales, qui comprennent les seuls phénomènes optiques rigoureusement universels, il convient d'ajouter aujourd'hui, comme un indispensable complément, deux autres sections fort intéressantes, relatives à la double réfraction et à ce qu'on appelle la *polarisation*. Ces deux derniers ordres de phénomènes sont, sans doute, essentiellement propres à certains corps; mais ils n'en devraient pas moins être exactement analysés, ne fût-ce qu'à titre de modification remarquable des phénomènes fondamentaux: d'ailleurs, les corps qui nous les manifestent deviennent chaque jour plus nombreux, et leurs conditions se rapportent bien plus à cer-

taines circonstances générales de structure qu'à de véritables particularités de substance. Il est, du reste, évidemment superflu de classer ici les différentes applications de ces six parties intégrantes de l'optique, soit à l'histoire naturelle, comme dans la belle théorie newtonienne de l'arc-en-ciel, soit aux arts, comme dans l'analyse, si difficile à établir avec précision, des divers instrumens visuels, y compris l'appareil oculaire lui-même. Quelque importantes que soient de telles applications, et quoique, à vrai dire, elles constituent la meilleure mesure du degré de perfection de la science, elles n'appartiennent pas au domaine rationnel de l'optique, que nous devons seul avoir en vue.

Par les motifs généraux déjà indiqués, dans la leçon précédente, quant aux théories de l'audition et de la phonation, je dois condamner ici, d'une manière directe et formelle, comme radicalement irrationnel, l'usage encore presque universel, de comprendre, parmi les études optiques, la théorie de la vision, qui appartient, avec tant d'évidence, à la seule physiologie. Quand des physiciens veulent s'occuper d'une telle recherche, il est clair que la nature de leurs études propres ne s'adapte qu'à une partie des conditions de ce difficile problème; sous tout autre rapport, ils ne sont pas mieux préparés que le vulgaire: et quelque im-

portante que soit, sans doute, cette partie, puisqu'elle constitue un préliminaire indispensable, elle ne saurait être prise pour l'ensemble, dont la considération est toujours, néanmoins, l'objet final du travail. Aussi en résulte-t-il d'ordinaire que plusieurs conditions capitales sont essentiellement négligées, ce qui rend les explications incomplètes, et, par suite, illusoire. A peine pourrait-on citer aujourd'hui une seule loi de la vision, qu'on puisse regarder comme établie, d'une manière vraiment fondamentale et positive, sur des bases immuables, même en se bornant aux phénomènes les plus simples et les plus vulgaires. C'est ainsi, par exemple, que la faculté élémentaire de voir distinctement à des distances fort inégales reste encore sans explication satisfaisante, après toutes les vaines tentatives des physiiciens pour l'attribuer successivement à la plupart des éléments de l'appareil oculaire. Cette ignorance presque honteuse a, sans doute, principalement tenu jusqu'ici à ce que les vrais savans, physiiciens ou physiologistes, laissaient la théorie des sensations entre les mains des seuls métaphysiciens, qui n'en pouvaient tirer que d'illusoires dissertations idéologiques. Mais sa durée trop prolongée résulte certainement aujourd'hui, en majeure partie, de la mauvaise organisation du travail scientifi-

que à cet égard, depuis l'époque, déjà assez éloignée, où ces questions ont commencé à devenir le sujet de quelques tentatives de solution positive. Si, dès lors, les anatomistes et les physiologistes, empruntant à l'optique les documens préliminaires indispensables, s'étaient convenablement occupés de la théorie de la vision, au lieu d'attendre vainement, de la part des physiiciens, des solutions qu'ils ne pouvaient fournir, nos connaissances réelles sur cet important sujet seraient, évidemment, dans un état moins déplorable.

Une autre étude qui me semble devoir être radicalement bannie de l'optique, et même de toute la philosophie naturelle, non comme simplement déplacée, mais comme nécessairement inaccessible, consiste dans la théorie de la coloration des corps. Il serait, sans doute, inutile d'expliquer spécialement à ce sujet que je ne saurais avoir en vue, dans une telle critique, l'admirable série d'expériences de Newton et de ses successeurs sur la décomposition de la lumière, qui ont constitué irrévocablement une notion fondamentale, commune à toutes les parties de l'optique. Je veux parler des efforts, nécessairement illusoire, qu'on a si souvent tentés pour expliquer, soit par le système émissif, soit par le système vibratoire, le

phénomène primordial, évidemment inexplicable, de la couleur élémentaire propre à chaque substance. Ces tentatives irrationnelles sont, à mon avis, des témoignages irrécusables et directs de la fâcheuse influence qu'exerce encore, sur nos intelligences à demi positives, l'antique esprit de la philosophie, essentiellement caractérisé par la tendance aux notions absolues. Il faut que notre raison naturelle soit aujourd'hui bien obscurcie par la longue habitude de ces conceptions vagues et arbitraires que j'ai si souvent signalées, pour que nous puissions envisager, comme une véritable explication de la couleur propre à tel corps, la prétendue faculté de réfléchir ou de transmettre exclusivement tel genre de rayons, ou celle, non moins inintelligible, d'exciter tel ordre de vibrations éthérées, en vertu de telle disposition chimérique des molécules, beaucoup plus difficile à concevoir que le fait primitif lui-même. Les explications placées par l'admirable Molière dans la bouche de ses docteurs métaphysiciens, ne sont pas, au fond, plus ridicules. N'est-il pas déplorable que le véritable esprit scientifique soit encore assez peu développé, pour qu'on soit obligé de formuler expressément de telles remarques? Personne n'entreprend plus aujourd'hui d'expliquer la pesanteur spécifique particulière à chaque substance ou

à chaque structure. Pourquoi en serait-il autrement, quant à la couleur spécifique, dont la notion n'est pas, sans doute, moins primordiale? Cette seconde recherche n'est-elle point, par sa nature, tout aussi métaphysique que l'autre?

Que la considération des couleurs soit, en physiologie, d'une importance capitale pour la théorie de la vision; que, de même, le système de coloration puisse devenir, en histoire naturelle, un moyen utile de classification: cela est évidemment incontestable, et je serais bien mal compris si l'on pouvait penser que je prétends condamner de telles études, ou d'autres tout aussi positives. Mais, en optique, la vraie théorie des couleurs doit se réduire à perfectionner l'analyse fondamentale de la lumière, de manière à apprécier l'influence de la structure, ou de telle autre circonstance générale, même accidentelle ou fugitive, sur la couleur transmise ou réfléchie, sans jamais s'engager d'ailleurs dans la recherche illusoire des causes premières de la coloration spécifique: le champ d'études ainsi circonscrit offre certainement, encore une assez vaste carrière à l'activité des physiciens.

Considérant maintenant, d'une manière directe, les parties essentielles dont l'optique est composée, nous trouvons d'abord, comme la première et la

plus fondamentale de toutes, l'optique proprement dite, ou l'étude de la lumière directe. Si, comme il convient, on fait remonter l'origine scientifique de cette étude à la connaissance nette et générale de la loi élémentaire relative à la propagation rectiligne de la lumière dans tout milieu homogène, l'époque exacte de ce point de départ est à peu près inassignable; c'est, avec la catoptrique, la seule branche de l'optique que les anciens aient cultivée. Cette première loi suffit évidemment pour que les nombreux problèmes relatifs à la théorie des ombres deviennent aussitôt réductibles à des questions purement géométriques, qui peuvent d'ailleurs donner lieu à de véritables difficultés d'exécution précise, sauf dans les cas, heureusement les plus importants à analyser, d'un corps lumineux très éloigné, ou à dimensions négligeables. Cette théorie dépend, en général, comme on sait, tant pour l'ombre que pour la pénombre, de la détermination d'une surface développable circonscrite à la fois au corps éclairant et au corps éclairé.

Quelle que soit son antiquité réelle, cette première partie de l'optique n'en est pas moins encore extrêmement imparfaite, quand on l'envisage sous le second point de vue fondamental qui lui est propre, c'est-à-dire, relativement aux lois de l'in-

tensité de la lumière, ou à ce qu'on appelle la *photométrie*, dont la connaissance exacte et approfondie aurait néanmoins une grande importance. L'intensité de la lumière est modifiée par plusieurs circonstances générales bien caractérisées, telles que la direction, soit émergente, soit incidente; la distance; l'absorption qu'exerce le milieu; enfin la couleur. Or, à ces divers égards, les notions que nous possédons aujourd'hui sont presque toujours, ou très vagues, ou essentiellement précaires.

Il est d'abord évident que, sous ce rapport capital, l'optique actuelle pêche directement par la base, puisqu'elle manque d'instrumens photométriques, sur la certitude et la précision desquels on puisse réellement compter, et qui soient propres, dès lors, à fournir les seules vérifications décisives susceptibles d'élever au rang de lois naturelles les conjectures, plus ou moins plausibles, relatives aux divers modes de dégradation de la lumière. Tous nos photomètres reposent, au contraire, sur une sorte de cercle vicieux fondamental, puisqu'ils sont conçus d'après les lois mêmes qu'ils seraient destinés à vérifier, et ordinairement d'après la plus douteuse de toutes, en vertu de son origine] essentiellement métaphysique, celle qui concerne la distance. Chacun sait par quelles

vaines considérations absolues sur les émanations quelconques on suppose habituellement l'intensité de la lumière réciproque au carré de la distance, sans qu'une seule expérience ait jamais été instituée pour éprouver une conjecture aussi équivoque. Et telle est cependant la base incertaine que l'on donne aujourd'hui à la photométrie tout entière ! Les vains systèmes sur la nature de la lumière, ont, comme je l'ai établi, si peu d'utilité réelle pour guider notre esprit dans l'étude effective de l'optique, que lorsque l'ondulation a été, de nos jours, universellement substituée à l'émission, ses partisans, exclusivement préoccupés des phénomènes qui avaient provoqué ce changement, n'ont pas même aperçu que la plupart des notions photométriques reposaient directement sur l'ancienne hypothèse, et réclamaient, par conséquent, une révision fondamentale, à laquelle nul ne paraît avoir pensé.

On conçoit aisément ce que peut être la photométrie actuelle avec une telle manière de procéder. La loi relative à la direction, en raison du sinus de l'angle d'émergence ou d'incidence, n'est pas, au fond, mieux démontrée que celle propre à la distance, quoiquela source en soit un peu moins suspecte. Il n'y a rien ici de semblable au beau travail de Fourier sur la chaleur rayonnante, dont

j'ai caractérisé l'esprit dans l'avant-dernière leçon ; et, néanmoins, le sujet pourrait être conçu, ce me semble, de façon à comporter une élaboration mathématique analogue. La seule branche de la photométrie qui présente aujourd'hui une vraie consistance scientifique, est la théorie mathématique de l'absorption graduelle et plus ou moins énergique exercée sur la lumière par un milieu quelconque, qui a été pour Bouguer, et ensuite pour Lambert, le sujet de travaux fort intéressants, quoique le défaut d'expériences précises et irrécusables se fasse sentir ici, comme dans les autres cas, quant à la vérification des principes, nécessairement précaires, d'un tel examen. Enfin, l'influence photométrique de la couleur a donné lieu à quelques observations exactes, mais dépourvues, par le même motif fondamental, de conclusions générales et précises, si ce n'est la fixation du *maximum* de clarté au milieu du spectre solaire. Ainsi, en résumé, dans cette première partie de l'optique, quoiqu'elle soit de beaucoup la plus ancienne, et qu'elle semble la plus facile, les physiciens n'ont pas encore réellement dépassé, d'une manière très notable, le terme où conduit spontanément l'observation vulgaire, du moins en écartant tout ce qui se rattache à la géométrie, et la mesure de la