

LA PHYSIQUE DE LA VISION DANS L'ANTIQUITÉ

2454
SAINT-PIERRE, B.
1976

SAINT-PIERRE B., *La physique de la vision dans l'antiquité* : CEA V 1976 97-117. | Survey of ancient views of the phenomena of vision from the 5th cent. B.C. to the 3rd A.D., beginning with Empedocles and concluding with Alexander of Aphrodisias, emphasizing the contributions of philosophers and mathematical and medical writers. Philosophical views were formed without the aid of experimentation, but mathematicians applied geometry to the theory of spatial perception. Medical writers applied to the study of the anatomy of the eye insights based on the geometry of optics. [10974]

INTRODUCTION

Le phénomène de la vision a suscité chez les hommes un très vif intérêt à travers tous les âges. Il était naturel que cette source sensorielle, qui nous ouvre mieux que toute autre sur le monde, reçût une attention toute particulière de la part des penseurs de la Grèce antique. D'Empédocle (v.493-v.433 av. J.-C.) à Alexandre (III^e s.), sur une période couvrant plus de sept siècles, philosophes, mathématiciens et médecins se sont interrogés sans relâche sur cette sensation merveilleuse et énigmatique. Leurs recherches, leurs hypothèses, marquées au coin de l'ingéniosité et de la raison, ne cessent pas de nous étonner. Avec des moyens le plus souvent rudimentaires, leur pénétration si profonde devait tracer à l'avance pour plus de vingt siècles les voies ouvertes à la recherche optique. Qu'on songe au mouvement de la lumière, à l'hypothèse d'un médium optique, à la relation entre lumière et couleur ou encore à la formation de l'image visuelle, on est amené sans le vouloir à retourner aux travaux anciens sur la vision.

L'ÉNIGME DE LA VISION

Le plus étonnant peut-être, c'est de découvrir, ou mieux, de redécouvrir la complexité de ce qui nous apparaît comme naturel et allant de soi. L'histoire, comme les autres disciplines, se fait fort de dissiper les évidences, et c'est par ce moyen que le passé retrouve toute son actualité. Qu'on se laisse dépouiller de son savoir, on s'aperçoit alors qu'il faut recommencer tout le chemin et on se retrouve côte à côte avec

l'homme de l'Antiquité, n'ayant pour guide que sa raison. Considérons l'aporie suivante : entre l'oeil et l'objet il n'y a rien de visible, comment s'effectue alors la nécessaire médiation ? Un problème classique comme l'interpolation d'une zone obscure entre l'oeil et l'objet illustre bien cette aporie : comment l'aspect lumineux d'un corps peut-il être propagé et perçu à travers l'obscurité ? Cette solution de continuité dans le processus visuel a intrigué l'esprit des anciens et devait au départ faire de l'optique un domaine hypothétique, puisque le médium de la vision est invisible.

Dès lors, l'imagination pouvait se donner libre cours. Pas moins de cinq théories visuelles, sans compter les remaniements, furent avancées par les philosophes afin d'expliquer la médiation physique entre l'oeil et l'objet. La théorie de l'émission, de loin la plus répandue et la plus fertile sur le plan scientifique, nous apparaît sans doute paradoxalement comme la plus fantaisiste. Comment pouvait-on supposer, en l'absence de toute évidence empirique, un tel déversement d'effluves ou de rayons visuels ? Nous verrons que plusieurs facteurs ont contribué au succès de cette théorie, mais remarquons pour le moment que celle-ci n'avait rien d'impossible. Aristote (384-322 av. J.-C.) qui devait, après avoir subi son influence, la tourner en ridicule, n'a pourtant pas allégué l'invisibilité de ces rayons¹. C'est que le médiateur physique entre l'oeil et l'objet, que ce soit le flux visuel ou la lumière, n'est pas visible. On pouvait incliner aussi bien dans un sens que dans l'autre, et devant un problème hypothétique, les penseurs anciens ne manquaient pas plus d'audace que les savants de notre époque.

1. Aristote adopta implicitement la théorie de l'émission dans *Les Météores*. Il réfuta cette théorie par la suite dans *la Sensation*. Alexandre cependant opposa à la théorie émissionniste l'argument que l'on devrait voir le flux visuel dans l'obscurité, comme on voit filtrer un faisceau de lumière à travers une fente étroite dans une chambre obscure.

On comprend dès lors le véritable engouement qu'éprouvèrent les anciens pour l'énigme visuelle. Il y avait là, à la portée de tous, un problème apparemment simple où chaque homme le moins cultivé pouvait y aller de son opinion. Et, dès après Aristote, on pouvait choisir entre cinq théories ou, plus tard, entre leurs versions plus récentes. Donc, si le problème de la vision est devenu assez tôt un *topos* et sans doute l'enjeu d'une dialectique scolaire, il a cependant su attirer vers lui les plus grands maîtres de l'Antiquité : qu'on songe entre autres aux noms prestigieux d'Aristote, de Ptolémée (121-151) ou de Galien (v.131-v.201). On peut dire que chaque penseur de l'Antiquité a contribué, dans la mesure de son talent et de son intérêt, à l'histoire de la vision, même si trop souvent notre documentation se résume à des fragments ou des doxographies.

LE PARTAGE DES DISCIPLINES

Le domaine de la vision, et plus largement de l'optique, exerça en effet une véritable fascination sur les penseurs des différentes branches du savoir ancien. Ils étaient philosophes, mathématiciens ou médecins. De formation différente, ils abordaient les problèmes optiques sous l'angle de leur discipline propre, que ce fût la physique (telle que pouvaient la pratiquer les philosophes), la géométrie ou la physiologie. Ils se partagèrent par conséquent le champ de l'optique. Non pas qu'on retrouve chez les anciens des frontières marquées qui délimitent les disciplines modernes, mais que chacun, sans renoncer à un idéal englobant, poussa la recherche dans le champ et jusqu'aux limites de sa compétence. Aussi n'y eut-il pas un penseur qui n'eût touché à tous les sujets, bien que les philosophes aient surtout contribué à la physique de la vision, les mathématiciens, à la géométrie, et les médecins, à la physiologie.

Les mathématiciens auraient pu réclamer une exclusivité presque totale puisque aussi bien aujourd'hui les disciplines géométrique, physique, quantique et, à un moindre degré, physiologique de l'optique s'appuient essentiellement sur la mathématique ! Certes la géométrie ancienne était

parvenue à des résultats solides mais l'étendue de ses conquêtes se trouva bien vite limitée. Euclide (300 av. J.-C.) connaissait la propagation rectiligne et la loi de la réflexion. Ces postulats furent appliqués avec succès à la théorie des perceptions spatiales et à celle des miroirs². Cependant Ptolémée, quatre siècles plus tard, ne parvenait pas, malgré ses efforts, efforts tout aussi infructueux que ceux d'Archimède (v. 287-v. 212 av. J.-C.) auparavant, à dégager la loi de la réfraction³. Le champ d'application des mathématiques à l'optique s'avérait donc plutôt restreint et, pour des raisons à la fois expérimentales et théoriques, la plupart des problèmes concernant la physique ou la physiologie de la vision échappaient à la compétence des mathématiciens.

Par conséquent, nous confiner aux frontières géométriques de l'optique ancienne nous amènerait à reléguer dans l'ombre la majeure partie des contributions à cette discipline et à reporter au XVII^e siècle (c'est-à-dire à Huygens) les origines de la physique optique. Les penseurs anciens s'attaquèrent aux problèmes de la vision avec les moyens du bord, et Ptolémée lui-même n'a pas écarté les difficultés qu'il rencontrait, sous prétexte qu'il ne disposait pas des techniques précises ou expérimentales qu'il aurait pu souhaiter. Il ne faut pas se laisser tromper par l'idéal moderne des sciences mathématiques et expérimentales. La mathématique n'est qu'une forme particulière de la logique, et les philosophes anciens maîtrisaient ce puissant instrument rationnel. L'emploi d'une logique verbale nous paraît avoir été beaucoup plus adéquat et

2. Euclide a composé une *Optique*, qui nous est parvenue, et vraisemblablement un traité de catoptrique (c.-à-d. sur la réflexion), perdu, et l'ouvrage du même nom, que nous avons, serait un remaniement tardif, de la main, peut-être, de Théon d'Alexandrie : voir P. Ver Eecke, *Euclide. L'optique et la catoptrique*, Paris, Blanchard, 1959, p. XXIX.

3. Sur la réfraction, voir A. Lejeune, *Recherches sur la catoptrique grecque*, Bruxelles, Palais des académies, 1957, p. 176-179 (Archimède) et p. 152-175 (Ptolémée).

justifié dans la plupart des cas qu'une formalisation mathématique hâtive et artificielle, comme on la trouve trop souvent au Moyen Âge, par exemple chez Bacon (XIII^e s.) ou Oresme (XIV^e s.). Fallait-il aussi attendre le télescope de Römer (XVII^e s.) pour tenter de résoudre le problème du mouvement et de la vitesse de la lumière, ou l'invention du spectroscopie pour essayer de définir le rapport entre la lumière et la couleur ? Ces problèmes se posaient à l'esprit des anciens et, à l'aide de données forcément rudimentaires, ils ont cherché, de façon rationnelle, les solutions.

Le problème physique de la vision apparaît sans conteste comme le point de départ et de convergence de toutes les recherches antiques sur la physique optique. Il n'y eut guère de penseur qui ne se fût prononcé sur cette question : comment est produite la médiation physique entre l'œil et l'objet ? Certes, l'optique euclidienne se contentait de postuler l'émission de rayons visuels individuels⁴, mais les successeurs d'Euclide, tels Héron d'Alexandrie (I^{er} s.) ou Ptolémée, ainsi que Théon (IV^e s.) et Damien (IV^e s.), compilateurs tardifs, ne purent ignorer les implications physiques du postulat d'Euclide. De même Galien, en pratiquant la dissection de l'œil, ne pouvait écartier toute considération physiologique et il dut confronter l'hypothèse, où l'engageaient ses recherches anatomiques, au problème de la vision. Mais ce furent les philosophes - mieux équipés pour traiter ce genre de problème - qui effectuèrent le plus de travail : ils posèrent des questions, déterminèrent des options et construisirent progressivement les éléments aptes à faire avancer la discussion.

La théorie de la vision se présente donc comme le carrefour intellectuel des opticiens anciens issus de disciplines différentes. Par conséquent, leur contribution à l'optique a été aussi diversifiée que leur formation d'origine. Le thème choisi fait ressortir la contribution des philosophes

4. Euclide, *Optique*, définition III.

et relègue au second plan celle des mathématiciens et des médecins. Il permet cependant de rétablir l'équilibre en relativisant l'apport des géomètres et de dégager l'un des aspects fondamentaux de l'optique ancienne : la question physique de la vision.

LES PHILOSOPHES

Les philosophes de la période classique attachèrent une importance particulière à la théorie de la sensation et, plus spécialement, de la vision, de telle sorte que déjà au quatrième siècle, les grandes options étaient définies : émission de flux visuel, émanation de corpuscules à partir de l'objet, combinaison d'émission et d'émanation et, enfin, altération qualitative du milieu. Les penseurs précédant le Stagiritte présentaient une doctrine complexe. Conscients de phénomènes visuels spéciaux, tels l'oeil brillant des animaux nocturnes, l'image réfléchie sur la cornée ou les phosphènes, phénomènes mis en évidence par leurs contemporains, ils tentèrent de rassembler les divers facteurs qui leur paraissaient concourir à la vision, afin de les intégrer à leur physique des éléments, des atomes ou des figures géométriques.

Il s'ensuivit nécessairement une certaine incohérence dans leurs systèmes. Ainsi, Empédocle soutenait parallèlement une théorie "émissionniste" et une théorie "émanationniste", sans qu'on pût connaître de façon certaine les relations entre l'une et l'autre. Démocrite (v.460-v.370 av. J.-C.) proposait successivement une théorie impressionniste et une théorie émanationniste : la première reprenait dans un effort de synthèse les théories en vogue, la seconde intégrait dans un contexte atomiste le facteur "image" (*idolon*) qui caractérisait la synthèse précédente. De même, Platon (v.429-v.347 av. J.-C.), préoccupé sans doute par le dilemme empédocléen, conjugait émission et émanation dans une double théorie, avec la liberté d'esprit qui lui était propre.

À l'époque d'Aristote, les cartes étaient donc passablement brouillées, même si les principaux jeux étaient ouverts sur la table. Aristote n'a

pas identifié nettement les théories de ses prédécesseurs, bien qu'il ait passé au crible leurs interprétations des phénomènes particuliers sur lesquels ils s'appuyaient. Ainsi, la théorie impressionniste de l'Atomiste semble lui avoir échappé⁵, et il s'est contenté d'opposer l'une à l'autre les deux théories empédocléennes. Théophraste (372/369-288/285 av. J.-C.), successeur d'Aristote, précisa la théorie impressionniste de Démocrite et saisit l'alternance visuelle, théorie d'Empédocle. Cependant, pour trouver une distinction très nette des cinq théories, y compris celle d'Aristote, il fallut attendre les disciples de ces maîtres et la consécration "géométrique" de la théorie "émissionniste".

Mais, revenons-en à Aristote. Celui-ci hérita d'une tradition déjà riche et complexe et, grâce à son esprit critique, il sut en dégager quelques postulats. Contre Empédocle, il démontra la propagation instantanée et la nature incorporelle de la lumière. Contre Démocrite, il établit la nécessité d'un médium optique. Néanmoins, il ne s'est pas prononcé définitivement sur la nature de la lumière, problème que le postulat de l'instantanéité rendait bien complexe. Avec l'oeuvre d'Aristote, une problématique précise voyait le jour, et l'on pourrait à juste titre le considérer comme le fondateur de la physique optique.

On ne retrouve pas, malheureusement, chez les philosophes des siècles suivants une telle puissance de pénétration. Théophraste prit la relève et perpétua en l'élargissant la révision critique amorcée par son maître, sans pourtant laisser transparaître une pensée personnelle ni de grands principes directeurs. Straton (v.335-v.268 av. J.-C.), son successeur à la tête du Lycée, proposa une représentation de la vision tout à fait révolutionnaire. Il eut l'intuition de généraliser pour la vision le phénomène accidentel de projection de la couleur. La lumière provenant de la source est colorée au niveau de l'objet et

5. Il en retient seulement le phénomène de réflexion sur la cornée.

renvoyée vers les yeux pour produire la vision. Straton passa pour avoir expliqué la vision par une altération chromatique du milieu, point sur lequel Alexandre devait le critiquer, mais sa découverte du trajet optique de la lumière échappa à tous ses successeurs.

Son contemporain et concitoyen, Épicure (342/341-271/270 av. J.-C.), partagea le même intérêt pour les phénomènes chromatiques. Ayant observé les reflets ondoyants sur la gorge des pigeons, il affirma que ces variations de couleurs ne pouvaient être produites que par la lumière. Pour le reste, il reprit sans originalité la théorie idoliste de Démocrite, c'est-à-dire qu'il considéra le corps coloré comme un second émetteur. Bien qu'il n'ait pas suivi une réflexion systématique, comme Aristote, il s'est penché à son tour sur le mouvement de la lumière et il a démontré que la vitesse de celle-ci ne pouvait pas être infinie et qu'il ne s'agissait pas d'un mouvement instantané. Son postulat chromatique connut la même renommée que son auteur, mais fut rejeté plus tard par Alexandre et par Ptolémée.

Chrysippe (v.280-v.207 av. J.-C.) devait lui aussi plagier Démocrite. Il lui emprunta sa théorie impressionniste et il la remania de façon à l'intégrer au cadre de la géométrie optique. Il n'est pas impossible aussi qu'il ait tenté de satisfaire à la fois au postulat de l'instantanéité d'Aristote et à la critique de Théophraste contre le manque de consistance du medium impressionniste dans la théorie de Démocrite. Sa théorie du pneuma universel convenait parfaitement à son dessein. D'une part, le pneuma visuel imprimait au medium une structure conique et, d'autre part, le medium pneumatique présentait une consistance propre à recevoir une empreinte de l'objet et à la communiquer instantanément à l'oeil. L'exemple du bâton, apporté par Chrysippe, caractérisa sa théorie dans l'esprit des anciens et les stoïciens s'en inspirèrent pour donner une interprétation intégralement émissionniste à sa théorie pneumatique.

À partir de ce moment-là, soit le début du deuxième siècle avant notre ère, les différentes théories de la vision entrent dans l'histoire, mais, paradoxalement, on en perd la trace. On avait oublié Empédocle dont la théorie émanationniste s'estompa derrière le remaniement idoliste de Démocrite, et la théorie émissionniste connut une destinée glorieuse sous sa forme euclidienne. Quant à Démocrite lui-même, il disparut à son tour de la scène scientifique au bénéfice d'Épicure et de Chrysippe. Nous ne savons presque rien de l'histoire des théories visuelles durant les trois siècles suivants, mais nous pouvons supposer, sans risque d'erreur, qu'elles se sont perpétuées à travers les traditions géométrique, platonicienne, aristotélicienne, épicurienne et stoïcienne dont nous connaissons par ailleurs l'existence et la vitalité. Posidonios (v.135-v.51/50 av. J.-C.) commenta le *Timée* de Platon et écrivit des *Météorologiques* en s'inspirant d'Aristote. Son disciple, Gémios (73-67 av. J.-C.) poursuivit lui aussi l'étude de l'arc-en-ciel et résuma dans une encyclopédie mathématique les conquêtes de la géométrie optique. Lucrèce (v.94-v.55 av. J.-C.), à la même époque, présenta la théorie idoliste d'Épicure dans son célèbre traité⁶. Et Sénèque (v.4 av. J.-C.-v.65 apr. J.-C.), moins d'un siècle plus tard, reprit la théorie de la tension pneumatique de Chrysippe et la théorie de l'arc-en-ciel d'Aristote. Les *Doctrines* d'Actios (I^{er} ou II^e s.) témoignent enfin de l'intérêt que l'on portait au début de notre ère aux questions d'optique, qu'il s'agisse de la vision, de la couleur, de l'obscurité, de la lumière des astres, des miroirs, de l'arc-en-ciel et d'autres phénomènes semblables⁷.

6. Sur Lucrèce, notre source la plus importante pour la connaissance de la théorie idoliste d'Épicure et, par conséquent, de Démocrite, est A. Ernout et L. Robin, *Lucrèce. De rerum natura. Commentaire exégétique et critique*, Paris, Belles-Lettres, 1925 et 1962.

7. Actios, *Doctrines*, I, 15 (sur les couleurs) ; II, 17.20.28.30, III, 2.5 (arc-en-ciel) ; IV, 8.9.13 (vision) ; IV, 8.9.14 (miroirs) ; IV, 8.9.15 (perception de l'obscurité).

Il n'y eut pas de solution de continuité durant les trois siècles qui séparent la période se terminant avec Chrysippe et celle s'ouvrant avec Galien. L'oeuvre de ce dernier et, plus tard, celle d'Alexandre attestent de la perpétuation des théories. Même s'ils s'adressent aux épicuriens, aux stoïciens ou aux mathématiciens, il est aisé de transposer et de reporter leurs critiques sur les maîtres anciens. Par contre, l'antagonisme des traditions a certainement conduit à une meilleure identification des théories, de leurs faiblesses et, par conséquent, des problèmes de la vision, comme on le verra chez Galien, à l'intérieur de la tradition médicale.

Alexandre d'Aphrodisias hérita au début du troisième siècle d'une tradition aristotélicienne vivante qui avait repris de la vigueur. Galien, environ cinquante ans plus tôt, s'était adressé aux nombreux disciples du Stagirite au sujet de leur théorie de la sensation. Sa critique contre l'argument de l'indifférence (des théories optiques) - prétendument invoqué dans les *Météores*, par Aristote, pour justifier l'emploi de la théorie émissionniste - témoigne de l'existence à son époque de commentaires sur cet ouvrage. Sa connaissance très correcte et pourtant lointaine de la théorie optique d'Aristote (qu'il définit comme théorie de l'altération chromatique instantanée, sans référence au concept de diaphane), l'importance qu'il lui accorda au même titre que les théories des stoïciens, d'Épicure et de Platon, le ton polémique avec lequel il la combattit et, enfin, l'influence qu'elle exerça sur sa pensée, démontrent la vitalité d'une tradition optique aristotélicienne à cette époque.

Faut-il alors s'étonner que le péripatéticien Sosigène (fin du II^e s.) ait composé, une génération plus tard, un traité considérable sur la *Vision* comprenant au moins huit livres et couvrant des sujets secondaires par rapport à la vision, comme l'arc-en-ciel et le halo ? Le peu que nous savons de cet ouvrage - de l'érudition de son auteur et de sa compétence de logicien - nous permet de croire qu'il est à la source de la synthèse critique et même de la théorie relationnelle de son élève, Alexandre

d'Aphrodisias. Celui-ci procéda à une révision de toute la physique optique de l'Antiquité, depuis l'époque de Platon. Il opposa une critique nourrie et extrêmement dense à chacune des théories adverses, en s'appuyant sur des arguments dont l'histoire remontait parfois jusqu'à Théophraste. Quant à la théorie aristotélicienne, il tenta de lui faire franchir l'impasse où le postulat de l'instantanéité et l'interprétation chromatiste, attribuée à Straton, l'avaient engagée.

Mais il devait rencontrer sur sa route le problème théorique sans doute le plus captivant de l'optique ancienne, l'aporie de la *vision croisée*. Il était "acculé" à une théorie relationnelle qui perdait pied avec la réalité physique (comme il devait plus tard le constater). Il allait faire tomber, par sa critique implacable, la théorie aristotélicienne et, avec elle, toute la physique optique de l'Antiquité allait se solder par une faillite. Néanmoins, l'ingéniosité des hypothèses que proposèrent les philosophes, les problèmes cruciaux qu'elles permirent de dégager et la discussion qui s'organisa autour de la vision constituent, comme nous le verrons, l'une des réalisations les plus attachantes de l'esprit scientifique ancien.

LES MATHÉMATICIENS

Alors que les philosophes planaient dans les hautes sphères de la théorie optique et scrutaient sans relâche le problème fondamental de la vision, les mathématiciens prenaient pour acquis le processus émissionniste et l'appliquaient à la perception de l'image en ligne droite ou par réflexion. Ce qui constituait la conclusion d'un difficile débat chez les philosophes devenait pour le mathématicien un simple postulat. Entre ces deux traditions optiques, il n'y eut donc pas rivalité mais plutôt complémentarité. Certes Aristote ridiculisa la thèse émissionniste sur un plan physique, s'opposant à Platon et à Empédocle, mais il ne l'avait pas dédaigné sous sa forme géométrique en s'attaquant à l'arc-en-ciel, et même, plus tard, il devait prononcer le célèbre argument de l'*indif-*

férence des théories optiques, dans le cas où l'une et l'autre arrivent aussi bien à expliquer les phénomènes⁸. Dès que la thèse émissionniste reçut son baptême euclidien, Chrysippe tenta d'intégrer le cône visuel à sa théorie optique : même attitude chez Galien et Alexandre d'Aphrodisias.

Inversement, lorsqu'un mathématicien comme Ptolémée voulut franchir les limites de la géométrie optique et affirmer la continuité du cône visuel, la parenté de nature entre lumière, couleur et flux visuel et leurs échanges réciproques, ou encore l'absoluité de la couleur par rapport à la lumière et à la vue, il dut adopter un langage philosophique et se référer à Platon, Aristote ou Épicure, soit pour les suivre, soit pour les condamner. Il va sans dire que ces échanges furent somme toute limités, chacun ayant rapidement atteint le seuil de son incompétence ! L'amateur de géométrie comme Galien se perdait bien vite dans le dédale de la double vision, tandis que la discussion d'un Ptolémée sur l'absoluité et l'objectivité de la couleur manifestait un simplisme philosophique navrant. Il y avait là deux langages adaptés à deux problématiques différentes et, si l'un et l'autre pouvaient se compléter, aucun ne pouvait encore prétendre à l'hégémonie.

Les mathématiciens s'écartèrent par profession de la problématique physique de la vision et ils "géométrisèrent" la théorie de l'émission, théorie sinon la plus sûre, du moins la plus simple et la mieux adaptée à l'étude de la perception visuelle. Permettant un contact direct de l'œil avec l'objet, la thèse émissionniste dispensait le géomètre

8. Aristote avançait cet argument dans *Génération des animaux*, voir dans P. Louis, *Aristote. De la génération des animaux*, Paris, Les Belles Lettres, 1961. Alexandre le reprit dans son *Commentaire sur les météores*, voir dans M. Hayduck, *Alexandris in Meteorologica*, Berlin, G. Reiner, 1899. Mais déjà Galien s'y attaquait dans un contexte météorologique et en profitait pour se lancer dans une virulente diatribe contre le Stagirite, *Doctrines*, 640, 12-641, 7.

d'avoir à expliquer comment l'objet pénétre dans l'œil⁹ ou quel rôle joue la lumière, ou encore quelle doit être la structure de l'œil. Cette projection visuelle impliquait une structure conique, une propagation rectiligne et un contact possible entre le point-origine et chaque point-objet, autant d'éléments susceptibles d'une représentation géométrique immédiate¹⁰.

Les origines de cette géométrie optique remontent à l'époque d'Hippocrate de Chios (v.470-v.400 av. J.-C.), soit une génération après Empédocle. Il ne s'agissait vraisemblablement que d'une application encore informe de la théorie émissionniste, mise en vogue par les philosophes, à l'explication géométrique de phénomènes météorologiques comme l'arc-en-ciel. Hippocrate paraît avoir été à l'origine de l'explication macroscopique de l'arc-en-ciel chez Aristote. Il dut éprouver un tel enthousiasme pour cette réussite qu'il ambitionna d'étendre aux comètes et à la voie lactée le même type d'interprétation optique ; ambition à laquelle Aristote devait mettre un frein. Si l'on en croit cette hypothèse, Hippocrate ignorait la loi de la réflexion, puisque le rayon émis par l'œil, situé au centre de l'hémisphère météorologique, devrait être réfléchi sur cette calotte non pas vers le soleil mais vers l'œil lui-même. Dans ces conditions, on ne peut supposer chez Hippocrate qu'une géométrisation très rudimentaire de la théorie émissionniste.

Philippe d'Opunte (350 av. J.-C.), disciple et associé de Platon, fut sans doute le véritable fondateur de la géométrie optique. On ne trouve en effet chez son maître aucune indication de l'existence d'une telle discipline, alors qu'à la génération suivante, chez Aristote, l'optique apparaît comme une discipline mathématique solidement établie, à l'égal

9. Galien justifiait sa théorie de type émissionniste par cette difficulté qui lui paraissait insurmontable pour toute théorie de type émanationniste.

10. Voir les définitions I, II et III de l'*Optique*, dans P. Ver Eecke, trad., *op. cit.*, p. 1.

de l'astronomie et de l'harmonique¹¹. Philippe composa deux traités d'optique : une *Optique* et une *Enoptrique*, celle-ci correspondant sans doute à la catoptrique des géomètres postérieurs. Ces deux branches de l'optique ancienne équivalent à l'optique visuelle de notre discipline physiologique et à la partie de l'optique géométrique consacrée à la réflexion (et à la réfraction). Nous ignorons presque tout de l'oeuvre de Philippe d'Opunte, sauf qu'il partageait avec Hippocrate un vif intérêt pour l'arc-en-ciel qu'il prouva être produit par réflexion. Philippe proposa vraisemblablement l'explication microscopique que l'on trouve de ce phénomène chez Aristote. Il apparaît donc à la fois comme le père de la géométrie optique et l'auteur, pour une bonne partie, de l'une de ses plus brillantes applications.

Euclide hérita sans doute, un demi-siècle plus tard, des travaux de Philippe. Il délaissa cependant l'étude des phénomènes météorologiques (qui revint après Aristote aux philosophes, comme Théophraste, Posidonios, Géminos et, plus tard, Sénèque¹²), à cause sans doute de leurs

11. *Physique*, II, 194, a7-12 : "Les parties les plus physiques des mathématiques, telles l'optique, l'harmonique et l'astronomie [litt. "astrologie"], illustrent cela. Elles procèdent en effet de façon en quelque sorte inverse à la géométrie, car la géométrie porte sur la ligne physique, mais non en tant qu'elle est physique, tandis que l'optique porte sur la ligne mathématique, non pas en tant que mathématique mais [au contraire] physique." Aristote songe sans doute que la géométrie tire de l'observation physique le concept de ligne pour construire une théorie tout à fait abstraite, tandis que l'optique utilise cette construction abstraite en prenant pour base la ligne pour expliquer les phénomènes physiques : définition à laquelle correspond l'optique euclidienne postérieure.

12. Voir W. Capelle, "Zur Geschichte der Meteorologischen Litteratur", *Hermes*, 1913, n° 48, p. 321-358. Selon Capelle, l'étude des différentes questions météorologiques (comètes, voie lactée, éclairs, etc.) était abordée originellement à l'intérieur d'ouvrages généraux sur la nature et Aristote serait le fondateur de la météorologie comme discipline autonome. L'arc-en-ciel demeura naturellement par la suite le patrimoine de la tradition philosophique.

implications physiques complexes, particulièrement en ce qui concerne la couleur. Il confina l'optique au domaine visuel strictement géométrique, et à l'aide principalement de deux postulats, l'émission de rayons visuels individuels et l'angle visuel, il consacra son *Optique* à l'étude de la perception de la grandeur, de la distance et du mouvement. L'évolution de la géométrie optique durant les siècles suivants nous échappe presque totalement. Archimède découvrit peut-être le premier le phénomène de la réfraction, qu'il mit en évidence par la célèbre expérience de l'anneau déposé au fond d'un vase¹³, et il en amorça l'étude dans sa *Catoptrique* dont nous est parvenu un fragment. Posidonios put, un siècle plus tard, tenter une explication réfractionniste du halo¹⁴, et il est probable qu'après Archimède, les phénomènes de réfraction, comme la rame brisée dans l'eau, qu'on trouve chez Lucrèce, devinrent des objets de curiosité¹⁵.

Nous sommes certains, d'autre part, de l'existence d'une *géométrie optique solaire*, parallèle à la géométrie optique visuelle, traitant de la projection de l'ombre, de la projection des contours (de figures géométriques), des lentilles et miroirs comburants¹⁶. Bien qu'on retrace partiellement les origines de cette discipline et qu'on en trouve un exemple chez Sérénus d'Antinoë, on ne peut en mesurer l'importance, somme toute limitée, puisqu'elle n'a ni rivalisée par une

13. Expérience attribuée à Archimède par Olympiodore dans son *Commentaire sur les météores*, 211, 18-23.

14. Sosigène, maître d'Alexandre, l'avait critiqué sur ce point.

15. *Nature*, IV, 438. A l'époque même de Sénèque, les propriétés des miroirs conservaient quelque chose de mystérieux, et Sénèque ne manque pas dans ses *Questions naturelles*, X, V, 8, d'en tirer une historiette moralisante qui ne manque pas de piquant.

16. Voir à ce sujet A. Lejeune, *Euclide et Ptolémée. Deux stades de l'optique géométrique grecque*, Louvain, Bibliothèque de l'Université de Louvain, 1948, p. 59-62. Notre source la plus importante est le fragment attribué à Géminos (édité avec les *Hypothèses optiques*, de Damien, p. 26, 9-28, 4).

forte tradition, ni à fortiori éclipsé l'optique visuelle. Cette branche de la géométrie optique apparaît plutôt comme un appendice consacré à l'étude complémentaire de quelques phénomènes optiques mettant en jeu la lumière. Il ne s'agissait donc nullement, d'après la description qu'en donna Gémios, d'une optique révolutionnaire mais d'une branche géométrique limitée, peu susceptible, à moins d'un hasard toujours possible, d'avoir pu contribuer à la physique de la vision, de la lumière ou de la couleur.

L'optique géométrique semble donc, dans le prolongement d'Euclide, s'être détournée des problèmes physiques et physiologiques de la vision. L'intérêt pour ces questions devait remonter à la surface avec le début de notre ère. Galien, qui figure comme un amateur dans le domaine de la géométrie, témoignait sans doute d'un état de l'optique qui était antérieur à son époque. Or, on trouve déjà, chez lui, une allusion à une expérience sur la propagation rectiligne des rayons visuels, du même type que celle pratiquée plus tard par Ptolémée, et une explication de la vision binoculaire, mal comprise. La géométrie optique du premier siècle cherchait donc à asseoir plus solidement ses bases physiques et physiologiques.

Héron d'Alexandrie, qui vécut probablement à cette époque, attribuait une vitesse, il va sans dire, extrême, aux rayons visuels, et il tentait d'expliquer leur propagation rectiligne et leur réflexion à angles égaux par le principe physique du chemin minimum. Ptolémée, au siècle suivant, consacra le premier livre (perdu) de son *Optique* à la physique de la vision. Nous disposons maintenant d'une reconstitution théorique de ce livre¹⁷. Il tentait vraisemblablement d'y établir la propagation rectiligne du flux visuel et de la lumière, leur parenté et leurs différences, l'objectivité et le rôle de la couleur dans la vision, etc. Il s'attaqua également aux phénomènes d'illusion chromatique et à la

17. A. Lejeune, *op. cit.*, 1948, p. 15-84.

vision binoculaire¹⁸. L'*Optique* englobante de Ptolémée faisait donc la synthèse de la géométrie optique sensibilisée depuis peu aux questions physiologiques et physiques. Cette tendance se perpétua chez ses successeurs, Théon et Damien, dont l'oeuvre cependant se développa dans l'ombre des deux grands maîtres de l'optique géométrique. Malgré les efforts de Ptolémée, la contribution de cette discipline à la physique de la vision paraît plutôt assez maigre en comparaison de la tradition philosophique.

LES MÉDECINS

Les médecins se penchèrent naturellement sur l'anatomie et la neurologie visuelles. Le *corpus hippocratique* (V^e-IV^e s. av. J.-C.) rapporte déjà une dissection sommaire de l'oeil : on identifiait deux tuniques extérieures à l'oeil et les deux nerfs optiques apportant du cerveau un liquide pur et nourrissant à l'organe visuel¹⁹. Quant à la vision, on l'expliquait, comme l'avait fait Alcmeon (v.500 av. J.-C.) ou Anaxagore (v.500-v.428 av. J.-C.), par la réflexion de l'image sur la cornée (phénomène de base de la théorie impressionniste de Démocrite) ou par émission de flux visuel²⁰. Cependant, c'est vers le début du troisième

18. Ptolémée, *Optique*, II, 84-142 (illusions chromatiques) et II, 28-46, III, 25-62 (vision binoculaire). Lejeune consacre un long exposé à ce dernier sujet, *op. cit.*, 1948, p. 124-171.

19. Voir H. Lackenbacher, "Bertrüge zur antiken Optik", *Wiener Studien*, 1913, n° 35, p. 52-53.

20. *Corpus hippocratique*, "les Parties de l'homme", VI, 278 : "Ces veines [c.-à-d. les nerfs optiques], d'autre part, nourrissent la vue avec l'humeur la plus pure venant de l'encéphale, vers lequel est transmise la réflexion qui se produit dans les yeux." Dans le même sens, VI, 280. *Corpus hippocratique*, "la Chair", VIII, 604 : "A travers ces deux veines [c.-à-d. les nerfs optiques] en provenance de l'encéphale, filtre le plus subtil de l'humeur visqueuse... et c'est pourquoi cette substance produit dans cet organe même [c.-à-d. l'oeil] le même effet que le diaphane de l'oeil par rapport à l'air contre lequel il projette les pneuma, pour la même raison que j'ai énoncée pour l'autre organe."

siècle avant notre ère, à Alexandrie, que l'étude de l'oeil commença vraiment. Hérophile (300 av. J.-C.) pratiqua sans doute l'une des premières dissections de l'oeil humain et il donna une description de l'iris²¹. Il considérait les nerfs optiques, dont Érasistrate retraçait le cheminement²², comme des *canaux*. Cette conception, déjà implicite dans la tradition hippocratique, était partagée par son contemporain, Eudème²³, et elle devait être reprise avec emphase par Galien. Rufus d'Éphèse (I^{er} s.), comblant un fossé de trois siècles, a écrit le premier texte extensif sur l'anatomie de l'oeil, marquant ainsi un net progrès sur ses prédécesseurs alexandrins : il identifia le corps ciliaire, décrivit la forme lenticulaire du cristallin et mentionna le chiasme optique²⁴. Galien héritait donc, par l'intermédiaire de deux générations, de cette riche tradition anatomique et pouvait dès lors donner une description remarquable de la structure oculaire dans son traité sur l'*Utilité des parties* (vers 150).

Cette tradition anatomique n'eut pas cependant l'impact que l'on aurait pu attendre sur la théorie de la vision. La réfraction, comme nous l'avons constaté chez Ptolémée, était sinon inconnue du moins très obscure. Il était normal dans ces conditions que le rôle lenticulaire du cristallin ait échappé aux observateurs, même s'ils en avaient constaté la forme caractéristique. Galien considérait au contraire le cristallin comme l'organe percepteur de l'oeil, de la même façon que nous le faisons pour la rétine. Ce fut plutôt la dissection des nerfs optiques

21. Voir Galien, *Utilité*, trad. M. T. May, *Galien. On the Usefulness of the Parts of the Body*, Ithaca (N.Y.), Cornell University Press, Introduction, p. 25.

22. *Ibid.*, p. 27. Érasistrate était un contemporain, plus jeune, d'Hérophile.

23. *Ibid.*, p. 29. Eudème, médecin contemporain ou plus jeune qu'Hérophile.

24. *Ibid.*, p. 30.

qui exerça une influence déterminante sur sa pensée. Reprenant l'idée d'Hérophile, Galien tenta de prouver par l'anatomie que les nerfs optiques sont de véritables canaux servant de véhicule au pneuma psychique déversé par l'encéphale et émis par l'oeil. D'autres phénomènes de nature physiologique ou même pathologique le renforçèrent dans sa conviction et l'amènèrent à formuler une théorie animiste originale.

Parti de considérations anatomiques, Galien dut confronter sa théorie au difficile problème de la médiation physique et pour ce faire, il dut, à l'instar de Ptolémée, emprunter à la tradition philosophique. Il reprit l'héritage spirituel de Platon, endossa la thèse qualitative d'Aristote et s'aligna, sans l'avouer, derrière la théorie pneumatique de Chrysippe. Le problème majeur qui fascina son esprit, résidait dans les perceptions spatiales, en particulier celle de la grandeur, problème mis en évidence par la théorie idoliste d'Épicure. Il croyait impossible de faire parvenir l'image de l'objet dans l'oeil. Il rejetait donc toutes les autres théories en stipulant que l'oeil doit percevoir l'objet au niveau même de l'objet. Montrant qu'il en est ainsi des autres sens, il faisait de l'air intermédiaire le prolongement de l'organe visuel et, en fait, le dernier maillon de la chaîne nerveuse reliant l'encéphale à l'objet.

La théorie de Galien présente beaucoup de points communs avec la pensée de Ptolémée, qui attribuait une faculté proprioceptive au flux visuel, tout en s'inspirant du langage de Platon et d'Aristote. Elle révèle l'animisme latent de la théorie émissionniste et constitue peut-être la réponse des géomètres des premiers siècles au problème philosophique de la médiation physique entre l'oeil et l'objet. Quoi qu'il en soit, l'oeuvre de Galien, par son contenu anatomique, apporta, à la fois, une théorie directe et indirecte à la théorie de la vision dans l'Antiquité. Et en cela, la tradition médicale, comme la tradition mathématique, a donc été largement tributaire de la tradition philosophique.

LE PLAN DE L'EXPOSÉ

Ce long préambule serait inutile s'il ne visait pas à combler certaines lacunes de notre exposé et, plus généralement, de notre savoir historique. L'essor que connaissent aujourd'hui les disciplines physiques de l'optique peut aussi bien diminuer les mérites de l'optique physiologique contemporaine, domaine extrêmement complexe, que rejeter dans l'ombre les contributions des philosophes anciens, que ne coiffe pas l'auréole de la mathématique ou de l'expérimentation anatomique. Pour corriger ces défauts de perspective, nous tenions à montrer l'existence de trois traditions optiques dans l'Antiquité, la collaboration de ces disciplines et leur subordination théorique. Les philosophes réfléchirent sur la physique de la vision, et seule leur formation permettait de le faire dans des conditions non expérimentales. Les mathématiciens adoptèrent une des théories de la vision et ils l'appliquèrent, à l'aide de la géométrie, à l'étude des perceptions spatiales. Les médecins pratiquèrent l'anatomie de l'oeil qu'ils expliquèrent par la géométrie optique, comme nous le verrons chez Galien à propos du cristallin, et par la physique des philosophes.

Il serait possible de suivre le développement de l'optique ancienne dans chacune de ces disciplines, comme nous l'avons fait brièvement. Une telle entreprise présenterait le plus grand intérêt, mais elle dépasserait le cadre de notre analyse. Aussi, nous sommes-nous limités à l'étude d'une problématique théorique : la médiation physique entre l'oeil et l'objet. Là encore, nous pourrions retracer l'évolution de ce thème suivant la chronologie des auteurs successifs, mais le dialogue, qui s'est engagé autour de ce problème et qui s'échelonne sur près d'un millénaire (si l'on remonte à Damien), ne suivit ni le même rythme ni la même cohérence que le développement scientifique moderne. Les penseurs s'interpelaient à des siècles de distance et demeuraient le plus souvent fidèles à une école. On ne peut pas dire, sauf peut-être à partir de Galien, qu'un moment historique donné est le résultat de tous les fac-

teurs du moment précédent. Une étude chronologique n'offre donc pas un intérêt particulier.

Nous croyons préférable de reconstituer isolément l'histoire de chacune des théories à travers la tradition qu'elle a engendrée, d'autant plus que les implications et même le contenu formel d'une théorie n'apparaissent souvent qu'à une époque bien postérieure à sa fondation. Le lachisme et l'abondance de notre documentation conduirait aussi à une fragmentation excessive et à des redites fastidieuses où l'on ne percevrait plus clairement l'enchaînement des filiations historiques. De plus, nous serions sans cesse confrontés avec le problème épineux d'avoir à décider ce qui appartient en propre à un auteur : faut-il attribuer tout ce qu'Alexandre rapporte de la théorie pneumatique à Chrysippe ou aux stoïciens postérieurs ? Ce genre de question s'avère souvent insoluble et rend tout exposé chronologique arbitraire et susceptible de révision. La matière elle-même commande en quelque sorte un exposé thématique. Ce n'est que par une approche complexe que l'on arrive à cerner le contenu d'une théorie, et la tradition de cette théorie nous est d'un précieux secours soit parce qu'elle indique le véritable sens d'un texte, soit parce qu'elle confirme notre interprétation par un développement postérieur, soit enfin parce qu'elle constitue notre unique source de renseignements.

Bernard Saint-Pierre

Université du Québec
à Trois-Rivières

IN : CAHIERS DES
ÉTUDES ANCIENNES ✓