HAL
open science

Histoire de la perspective (XIIIe-XVe siècles)

Joël Biard

To cite this version:

Joël Biard. Histoire de la perspective (XIIIe-XVe siècles). 2019. halshs-03559139

HAL Id: halshs-03559139

https://shs.hal.science/halshs-03559139v1

Preprint submitted on 8 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Joël Biard

Histoire de la perspective, XIIIe et XIVe siècle.
(chapitre destinée à une encycopédie italienne des sciences)
Version de travail, 2019.

VITELLION ET JEAN PECKHAM

Dans les années 1270, tout en se situant clairement dans la tradition de Robert Grosseteste et de Roger Bacon, deux traités vont s'imposer comme références majeures pour tout le Moyen Âge tardif et la Renaissance : ceux de Vitellion (Witello) et de Peckham.

La *Perspectiva* de Vitellion (né vers 1230, mort vers 1280) fut écrite entre 1270 et 1078. Elle vise à rassembler toute la tradition optique connue. Elle restera une source essentielle d'informations et de débats jusqu'au XVIe siècle, où elle sera éditée à de nombreuses reprises[1]. Kepler la commentera dans ses *Paralipomènes à Vitellion* en 1604[2], ouvrage au cours duquel il propose la première explication correcte du fonctionnement de l'œil avec l'image inversée s'imprimant sur la rétine. On peut noter une certaine influence de Roger Bacon, mais l'ouvrage se présente surtout comme une long commentaire de l'optique d'Alhazen (ibn-al-Haytham). Le *De aspectibus* d'Alhazen n'était pas cité par Robert Grosseteste mais avait pris une place nouvelle dans la théorie de la vision depuis Roger Bacon. Dans le cadre de sa doctrine de la « multiplication des espèces », c'est-à-dire de la transmission universelle de formes ou rayons, selon une thèse du *De radiis* d'al-Kindi, Bacon considérait en effet la transmission des rayons visuels comme un cas privilégié de propagation, par un agent naturel, de son pouvoir vers les corps environnants. L'optique devient ainsi un passage obligé pour la compréhension de l'ensemble de la philosophie naturelle, et son explication de la vision est reprise pour l'essentiel d'Alhazen, tant en ce qui concerne la propagation des rayons visuels selon des règles géométriques qu'en ce qui concerne l'anatomie de l'œil, héritée de toute la tradition médicale arabe, et à laquelle est appliqué un modèle optique (réfaction des rayons à travers les différents éléments de l'œil)[3]. C'est l'ouvrage de Vitellion qui devait devenir la principale source de diffusion des théories d'Alhazen.

Vitellion reprend aussi les expériences de Ptolémée pour déterminer la valeur de l'angle de réfraction de la lumière quand elle traverse des milieux différents (air, eau, verre…) et cherche pour la première fois à en déterminer la loi mathématique – ce qui ne sera réalisé qu'au XVIIe siècle. Il étudia la réfraction de la lumière dans un cristal hexagonal et perçut les

---

[1]. L'édition la opus connue est celle du à Friedrick Risner à Bâle en 1572.

[2]. *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*, Francofurti, 1604 ; Johannes Kepler, *Les Fondements de l'Optique Moderne : Paralipomènes à Vitellion (1604)*, trad. et notes par Catherine Chevalley, Paris, Vrin, 1980.

[3]. L'optique de Bacon est exposée pour l'essentiel dans le traité V de l'*Opus maius*, qui a circulé séparément, dans le *De multiplicatione specierum* et dans le *De speculis comburentibus*. Voir notamment David C. Lindberg, *Roger Bacon's Philosophy of Nature*. A Critical Edition, with English Translation, Introduction and notes of *De multiplicatione specierum* and *De speculis comburentibus*, Oxford, Clarendon Press, 1983 ; Id., *Roger Bacon and the Origins of Perspectiva in the Middle Ages*, Oxford, Clarendon Press, 1996.

différences d'angles selon les couleurs, tout en les attribuant classiquement à l'affaiblissement des rayons. Il proposa enfin une explication originale de l'arc-en-ciel comme nous le préciserons plus loin.

Jean Peckham (ou Pecham), né dans la première moitié des années 1230, mort en 1292, est l'auteur de ce qui va devenir le principal manuel de « perspective » au Moyen Âge tardif , et qui sera désigné sous le titre de *Perspectiva communis*. Ce texte fut probablement rédigé, entre 1277 et 1279[4]. Comme Vitellion, il accorde une place centrale à Alhazen.

Jean Peckham se donne pour tâche non pas d'élaborer des théories nouvelles, mais de diffuser dans un *compendium* la théorie de la vision d'Alhazen, quoique le nom de celui-ci ne soit pas cité. Il utilise une grande diversité de sources, tant antiques qu'arabes, telles qu'elles avaient été reçues tout au long du XIIIe siècle, en même temps qu'il s'appuie sur Grosseteste et Bacon. Mais Alhazen est l'*Auctor* dont il déclare suivre les traces[5].

En ce qui concerne la nature des rayons, toutefois, il modifie la théorie du savant arabe. Celui-ci récusait la théorie d'origine platonicienne et euclidienne selon laquelle les rayons visuels iraient de l'œil vers l'objet. Mais il reformulait en même temps la théorie de l'intromission (c'est-à-dire l'émission de rayons de l'objet vers l'œil) en s'intéressant moins à la nature des *species* qu'aux règles de la transmission. Il écartait aussi bien la théorie atomiste, tenue pour incapable d'expliquer comment un corps d'une certaine taille pourrait transmettre une image entrant dans l'œil, que la théorie aristotélicienne, pour laquelle la forme modifie le milieu, cette modification qualitative étant ensuite répercutée jusqu'à l'organe de la sensation. Pour Alhazen c'est moins la nature physique des rayons qui importe, que leur trajectoire mathématique, les lignes et les angles formés[6]. Une autre innovation importante est que, au lieu de considérer la forme vue dans sa totalité, Alhazen l'analysait en une multiplicité de points, sources de rayons visuels. Bacon acceptait l'essentiel de cette doctrine ; cependant, il la complétait pour élaborer une théorie mixte où l'œil (comme tout corps naturel) émettait lui aussi des rayons, condition pour le plein accomplissement de l'acte de la vision. Peckham reprend sur cette question la position baconienne.

La *Perspectiva communis* est organisée en trois livres qui couvrent l'ensemble des questions traitées en optique dans la tradition antique et médiévale.

Le premier livre concerne la vision directe. Il commence par une étude de la lumière, mais c'est moins la nature même de la lumière qui retient son attention que sa propagation dans le milieu ou ce qui en résulte sur les corps qu'elle rencontre. C'est au cours de cette partie que Peckham pose la question de la nature des rayons visuels et propose une théorie mixte.

---

[4]. D. C Lindberg, « Introduction » à *John Pecham and the Science of Optics. Perspectiva communis*, The University of Wisconsin Press, Madison, Milwaukee - London, 1970 : *cf.* Id. « John Pecham » *in* Charles Couston Gillispie et Frederic L. Holmes (eds.), *Dictionary of Scientific Biography*, vol. X, New York, 473-476.

[5]. Voir *Perspectiva communis*, I, prop. 46 ou, éd. D. C. Lindberg, *op. cit*., p. 130 : « […] huius Auctoris, ut dictum est, vestigia sequendo ».

[6]. Voir D. C. Lindberg, « Alhazen's Theory of Vision and Its Reception in the West », *Isis*, 58 (1967), p. 321-341, en part. p. 335-341.

Cependant, ce sont bien les rayons lumineux et les règles de leur propagation qui l'intéressent. Le livre se poursuit par une présentation anatomique et physiologique de l'œil dans laquelle Peckham reprend les idées classiques de Galien et des médecins arabes. L'œil comprend quatre tuniques et trois humeurs, parmi lesquelles l'humeur glaciale (ou cristallin) constitue proprement l'organe sensitif. Conformément à la théorie d'Alhazen, les rayons provenant de chaque point de l'objet constituent une pyramide visuelle, dans laquelle seul le rayon perpendiculaire, non dévié, garde toute sa force, et c'est par cet axe que se fait la vision claire et « certifiée »[7]. Peckham analyse ensuite en détail comment on peut appréhender sans erreur la position et la taille des objets.

Le deuxième livre traite de la réflexion. Elle étudie la nature des différents miroirs, pris en un sens large comme tout corps non transparent ou peu transparent, sur lequel les rayons sont comme repoussés (*reverberari*). Peckham y analyse le lieu d'apparition des images. Il énonce la loi, connue depuis Euclide, selon laquelle l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion, dans un plan perpendiculaire au point de réflexion[8]. Dans les miroirs plans, l'image apparaît au concours du rayon (réfléchi par le miroir) d'après lequel l'objet est vu et de la cathète, ou perpendiculaire, tracée à partir de cet objet vers le miroir et prolongée au-delà ; l'image apparaît par conséquent « derrière » le miroir[9]. Il analyse ensuite longuement de manière géométrique la formation des images selon les types de miroirs, concaves ou convexes, et de différentes formes.

La troisième partie étudie la réfraction (*fractio*). Le principe général est que l'angle de réfraction, c'est-à-dire l'angle mesurant la déviation par rapport au rayon incident, varie selon l'inclinaison du rayon incident et la densité du milieu : ainsi qu'il a été posé dès le premier livre, il se rapproche de la perpendiculaire lorsque le milieu est plus dense, il s'en écarte lorsque le second milieu est moins dense[10]. Après l'énoncé des principes généraux, Peckham s'intéresse surtout à la formation de l'image dans les cas de réfraction. À partir de la proposition 12, il envisage le cas des étoiles. Il évoque les miroirs ardent puis l'arc-en-ciel, mais le tout assez rapidement.

Peckham donne à son exposé une forme géométrique en énonçant cent-soixante-deux propositions[11], chacune étant présentée selon une suite : énoncé, puis démonstration – même s'il s'agit souvent de simple explications, plus que de déductions. Cette forme évoquant les mathématiques euclidiennes permet de mettre en évidence des propositions qui deviendront la base de la réflexion ultérieure, sans se perdre dans toutes les discussions charriées par la tradition optique.

---

[7]. Voir *Perspectiva communis*, I, prop. 38, p. 120.

[8]. *Perspectiva communis*, II, prop. 6, p. 160.

[9]. *Perspectiva communis*, II, prop. 20, p. 17-172, et figure 20, p. 173.

[10]. *Perspectiva communis*, I, prop. 15 , p. 89 ; I, prop. 16, p. 92 ; voir aussi III, prop. 2, p. 212.

[11]. Parmi les manuscrits, il y en a un qui propose une version révisée, laquelle ajoute 6 propositions et en retire une, portant le nombre à 167 – Voir D. C. Lindberg, « Introduction » à *John Peckham and the Science of Optics*, p. 21.

En proposant une synthèse claire et précise, Peckham fournit un ouvrage élémentaire qui allait s'imposer comme le manuel le plus utilisé au Moyen Âge tardif. Il sera commenté par Henri de Langenstein à Vienne dans les années 1380-1390, par Blaise de Parme en Italie en 1390, à Prague dès 1395 par Nicolas de Dinkesbühl, et plus généralement dans les universités d'Europe centrale tout au long du XVe siècle.

THIERRY DE FREIBERG

Thierry de Freiberg (Theodoricus Teutonicus) est né vers 1250 et est mort en 1310. Il étudia la philosophie à Paris de 1272 à 1274, en pleine période de débats et de condamnations liés à la diffusion et au succès du péripatétisme gréco-arabe, notamment des thèses d'Averroès. Son œuvre touche à tous les domaines de la théologie, de la métaphysique et de la philosophie naturelle, ainsi que des mathématiques et de l'optique[12]. C'est une œuvre difficilement classable. Sa théorie de l'esprit contient des éléments augustiniens, il reprend une vision hiérarchique de l'univers en évoquant Denys, Proclus et le *Livre des causes*[13], mais sa pensée se comprend surtout dans le cadre de l'école dominicaine allemande qui puise son inspiration dans l'enseignement d'Albert le Grand[14]. Du point de vue scientifique, sa contribution majeure concerne l'optique avec des travaux sur la lumière, les couleurs et l'arc-en-ciel.

Sa théorie de la lumière a des résonnances métaphysiques voire théologiques puisque, conformément à une tradition grecque et arabe, Thierry de Freiberg accorde un rôle décisif à la lumière de l'intellect, tant pour la théorie de la connaissance que pour l'éthique. Du point de vue cosmologique, la lumière transmet aussi, par la chaleur, les forces actives du monde céleste vers le monde terrestre. Il serait toutefois abusif de le rattacher à la « métaphysique de la lumière » initiée par Robert Grosseteste. Son projet est de proposer, dans le *De luce*, une théorie de la lumière corporelle « selon le cours naturel » et « l'ordre de la nature »[15].

La lumière (*lumen*) est une qualité réelle, forme accidentelle ou disposition du diaphane. Cette forme est actualisée par la présence d'un corps lumineux, mais une telle actualisation ne suscite pas l'engendrement d'une chose nouvelle, elle porte le milieu à une certaine

---

[12]. Voir W. A. Wallace, *The Scientific Methodology of Dietrich of Freiberg*, Fribourg, Fribourg University Press, 1959. La thèse de Matthieu Husson, « Les domaines d'application des mathématiques dans la première moitié du XIVe siècle », soutenue à l'EPHE, Paris, en 2007 comprend de longs développements sur Thierry de Freiberg, notamment sa théorie des couleurs et de l'arc-en-ciel.

[13]. Voir Markus Führer, « Dietrich of Freiberg », *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2015 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = https://plato.stanford.edu/archives/win2015/entries/dietrich-freiberg/.

[14]. Voir Alain de Libera, « D'Averroès en Augustin. Intellect et cogitative selon Dietrich de Freiberg », dans J. Biard, D. Calma et R. Imbach (éds), *Recherches sur Dietrich de Freiberg*, Turnhout,2009, p 15-62 ; Id., *La mystique rhénane : d'Albert le Grand à Maître Eckhart*, Paris, 1994.

[15] Voir *De luce et eius origine*, I, (1), Dietrich von Freiberg, *Opera omnia*, t. IV : Schriften zur Naturwissenschaft, Briefe, mit einer Einleitung von Loris Sturlese, hsgb. Maria Rita Pagnoni-Sturlese, Rudolf Rehn, Loris Sturlese und William A. Wallace, Felix Meiner Verlag, Hamburg, 1985, p. 9.

perfection, c'est pourquoi elle est qualifiée de « forme perfectionnelle »[16]. Ses propriétés s'expliquent par les propriétés physiques du corps lumineux et du milieu. La lumière est, formellement, « toute la substance de la couleur », c'est-à-dire qu'elle contient en soi toutes les couleurs qui sont comme « tassées » (*concalculati*) en elle, selon un mode particulier de concaténation (ni approximation, ni superposition) qui n'entraîne aucune relation de contrariété. Ces couleurs sont dispersées lorsque la lumière (*lumen*) pénètre ou traverse certains corps, comme le cristal, ou les nuages.

Dans cette analyse du *De luce*, on ne trouve ni philosophie de la lumière à la manière de Robert Grosseteste, ni référence explicite à l'optique géométrique. Le cadre théorique de référence reste celui d'Aristote (notamment les *Météorologiques* et le *De sensu et sensato*) par la médiation d'Albert le Grand.

La théorie des couleurs est reprise dans le court traité *De coloribus*. On s'y demande d'abord si les couleurs se trouvent dans les ténèbres. Thierry de Freiberg défend la thèse selon laquelle elles ne s'y trouvent pas en acte et essentiellement, mais seulement en puissance. C'est la présence d'un corps lumineux qui produit les couleurs en acte et les éduit de la puissance accidentelle de ce qui se trouve illuminé. Un des particularités de ce texte (écrit après le *De iride*) est de proposer une organisation du spectre des couleurs. Celles-ci s'expliquent par la combinaison de deux types de contrariétés, selon que l'on a plus ou moins de transparence et plus ou moins de luminosité. Le blanc et le noir sont aux extrémités, et les couleurs intermédiaires contiennent certaines proportions de blanc et de noir. On obtient l'ordre suivant : blanc, rouge (*rubeum*), jaune (*glaucum*), vert (*viridis*), bleu (*lazulium*), noir. C'est, précise Thierry, le spectre qui apparaît lorsque la lumière traverse une pierre hexagonale appelée iris (une sorte de quartz).

Le traité évoque dès lors quelques questions plus proprement optiques. Il se demande où sont les couleurs qui apparaissent ; il faut pour cela prendre en considération les modes de transmission des rayons lumineux. Si les rayons sont transmis directement (que ce soit en présence même des corps éclairés ou à travers des corps qui laissent passer la lumière en ligne directe, quoique affaiblie), si les rayons sont réfléchis comme sur un miroir ou s'ils sont réfractés en passant d'un milieu à un autre, les couleurs sont là où elles apparaissent , c'est-à-dire dans les corps vus. En revanche, si les rayons traversent certains corps qui ne laissent pas passer réellement le rayon lumineux mais seulement intentionnellement, les couleurs sont dans le corps intermédiaire. C'est notamment le cas de la pierre hexagonale (cristal), qui va disperser les couleurs. Les derniers chapitres du traité contiennent plusieurs références à la *Perspective* d'Alhazen, seul traité d'optique qui soit cité. La théorie de la vison et de la lumière étudie donc les causes de la propagation de la lumière dans le diaphane, tout en présupposant les principes de base de l'optique géométrique, à savoir les règles

[16]. *De luce*, 14-16, p. 20-21 ; 19 (2), p. 24.

fondamentales de la propagation linéaire, de la réflexion et de la réfraction. En matière d'optique géométrique, sa référence majeure, à côté des auteurs antiques, est Alhazen.

Mais c'est dans le traité *De iride et de radialibus impressionibus*, beaucoup plus développé que les deux petits textes évoqués ci-dessus, que se trouvent les développements les plus originaux de Thierry de Freiberg. Le *De iride*, qu'on peut dater de 1304 environ, comprend quatre parties[17] : des considérations générales sur les phénomènes optiques dans l'atmosphère ; une partie sur l'arc-en-ciel principal, une partie sur l'arc-en-ciel latéral ou secondaire ; une partie sur les autres phénomènes optiques dans l'atmosphère, en particulier sur le halo. L'importance du *De iride* a été reconnue depuis longtemps. Il faut souligner toutefois qu'il ne propose aucune révision, nie même aucun développement des principes mêmes de l'optique géométrique ; il les met en œuvre, et notamment pour l'étude de l'arc-en-ciel, élaborant ainsi une théorie qui constitue incontestablement sa principale contribution à l'optique médiévale.

APPROFONDISSEMENT : L'ARC-EN-CIEL ET LA THEORIE DES COULEURS

Le phénomène de l'arc-en-ciel a retenu l'attention des philosophes de la nature dès l'Antiquité. La première théorie systématique qui nous soit parvenue est celle qui fut exposée par Aristote dans ses *Météorologiques*. Elle resta le cadre dominant d'explication de ce phénomène jusqu'à l'âge classique, mais quelques apports nouveaux ou modifications sont notables dès les XIIIe siècle.

Le principe de base d'Aristote est que l'arc-en-ciel est produit par un phénomène de réflexion sur un nuage[18]. Cette réflexion est celle du rayon visuel ; il ne s'agit pas tant ici une prise de position en faveur d'une conception extramissive du rayon visuel que d'une prise en considération de la relation entre la vue et son objet qui apparaît coloré de telle ou telle manière. Aristote souligne par ailleurs que dans certains miroirs c'est la forme ou figure même des objets qui nous apparaît, tandis que dans d'autres, en raison de leur petitesse, ce ne sont que les couleurs ; et dans ce cas, soit c'est l'éclat de l'objet lumineux lui-même qui nous apparaît, soit certaines couleurs déterminées. Tel est le cas de l'eau, ou mieux des petites gouttelettes d'eau en nombre important dans des nuages qui se trouvent dans une certaine situation par rapport au soleil et à l'observateur. La réflexion de la vue sur les gouttes d'eau produit un affaiblissement, variable selon la position de la surface réfléchissante, d'où les couleurs différenciées qui apparaissent – en l'occurrence, selon Aristote, rouge, vert foncé et violet, du plus fort au plus faible.

Une bonne partie du texte d'Aristote est consacré à déterminer les conditions d'apparition de l'arc-en-ciel, et pour cela il propose une figuration géométrique, représentant les positions respectives de l'observateur (au centre), du soleil et du nuage. Il convient, pour l'apparition

---

[17]. Voir L. Sturlese, « Einleitung », *in* Dietrich von Freiberg, *Opera omnia*, t. 4, p. XVIII *sqq*.
[18]. Aristote, *Météorologiques*, III, 2, 372 a 17-18 ; III, 4, 373 a 32.

de l'arc-en-ciel, qu'il y ait un certain rapport entre la distance du soleil au nuage, et la distance du nuage à l'observateur. Dans cette construction, Aristote pose (ce qui est une fiction dans son propre système astronomique), que le soleil et le nuage qui réfléchit la lumière se trouvent à égale distance de l'observateur sur la terre.

Aristote parvient à rendre compte de la forme de l'arc-en-ciel. En revanche, il ne fournit pas d'explication pour la taille de l'arc-en-ciel, et il ne rend pas raison du rapport présupposé entre les distances.

C'est avec Robert Grosseteste (*ca*. 1168 - 1253)[19] que l'étude du phénomène est vraiment relancée, dans son court traité *De iride*[20]. On sait qu'en raison de sa théorie de la lumière comme forme corporelle des objets matériels, l'optique devient une discipline centrale pour comprendre le monde physique. La théorie de l'arc-en-ciel est subordonnée à la troisième partie de l'optique, qui traite de la réfraction (littéralement de la *fractio*) des rayons, lors du passage d'un milieu diaphane à un autre. Robert Grosseteste s'appuie sur Aristote, Euclide, Ptolémée, ainsi que sur al-Kindi, Avicenne et Averroès, mais semble ne pas connaître Alhazen. Son apport principal consiste à considérer que l'arc-en-ciel est produit non pas par une réflexion sur la surface convexe d'un nuage, comme l'avaient soutenu Aristote et Sénèque, mais par la réfraction des rayons du soleil dans un nuage et dans la brume (*roratio* : littéralement la rosée) qui l'entoure[21]. Les rayons traversent quatre milieux successivement : l'air, le nuage, la brume la plus haute et la plus rare, la partie inférieure et plus dense de cette même brume[22]. Ils forment alors une image sur la surface courbe, à l'opposé du soleil, ce qui explique la forme de l'arc. Quant aux couleurs, elles s'expliquent par la diffusion des rayons réfractés différemment, de façon plus ou moins concentrée, et plus ou moins obscure[23].

Albert le Grand étudie l'arc-en-ciel dans son commentaire des *Météorologique*, livre III, quatrième traité[24]. Comme toujours, il fournit un large panorama historiographique du problème, évoquant les auteurs antiques et arabes qui ont écrit sur ce phénomène. Il s'appuie principalement sur Aristote, Sénèque et Averroès, mais aussi sur certaines explications de Grosseteste[25]. Son explication combine réflexion et réfraction. Suivant Sénèque, il estime l'arc-en-ciel est produit par les gouttes d'eau elles-mêmes, agissant comme des miroirs, et non pas seulement par le nuage pris comme une totalité. L'arc en ciel est donc causé par les

---

[19]. Voir Neil Lewis, « Robert Grosseteste », *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/grosseteste/>

[20]. *De iride, seu de iride et speculo*, *in* Ludwig Baur (éd.), *Die philosophischen Werke des Robert Grosseteste, Bischofs von Lincoln*, « Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters » 9, Münster i. W., Aschendorff, 1912, p. 72-78.

[21] *De iride*, p. 76.

[22] *Ibid*.

[23] *Op. cit*., p 77.

[24]. Albertus magnus, *Meteora*, lib. III, tr. IV, *Opera omnia*, éd. Borgnet, vol. IV, p. 666-700.

[25]. A. Crombie, *Robert Grosseteste and Experimental Science*, Oxford, Clarendon Press, 1953, p. 196-200.

rayons du soleil qui se réfléchissent sur ces multiples gouttelettes et sont réfractés à travers des couches successives d'humidité formant un cône sous le nuage. Les couleurs sont dues aux différences de densité de ces milieux successifs.

Witelo, nous l'avons indiqué précédement, utilise largement l'optique d'Alhazen. Mais en ce qui concerne l'arc-en-ciel, il s'appuie sur ses prédécesseurs latins. Son originalité, en revanche, pour rendre compte de la concentration des rayons de couleur, est de chercher à combiner réflexion et réfraction[26]. Les rayons, après avoir traversé la brume, sont réfléchis vers l'œil de l'observateur. La réfraction variable à travers les gouttes d'eau, projetée sur la surface extérieur d'autres gouttes, puis reflétée vers l'œil, produit des concentrations variables qui rendent compte des différences de couleurs.

Thierry de Freiberg, quant à lui, donne une explication entièrement renouvelée de l'arc-en-ciel. On y retrouve certaines idées suggérées par tel ou tel de ses prédécesseurs, mais combinées et développées de façon originale. D'ailleurs, il ne se réfère pas explicitement aux perspectivistes antérieurs, seulement à Alhazen pour l'optique, ainsi qu'à Euclide et Théodose pour les mathématiques. Les « impressions radiantes », qu'il distingue des « radiations naturelles » comme la chaleur, sont celles qui proviennent des corps lumineux. Leur étude doit tenir compte des angles d'incidence et de réflexion (ou de réfraction) lors de la transmission. L'étude des impressions radiales, y compris celles de l'arc-en-ciel, comporte à la fois des aspects physiques et des aspects optiques[27]. Conformément à la thèse baconienne, la physique étudie la nature de ces impressions (*quid est*), tandis que la perspective étudie leur *propter quid* : elle détermine la cause matérielle, à savoir tel ou tel milieu (cristal, eau…), les causes efficientes qui sont les formes ou impressions radiantes, et la cause formelle qui est le mélange de certaines qualités (transparence, obscurité, limitation ou illimation).

Pour développer la théorie de l'arc-en-ciel, Thierry fait appel à des expériences et à des représentations géométriques[28]. Déjà Alhazen avait fait référence à des observations concernant des gouttes d'eau et les rayons qui les traversent. Mais Thierry de Freiberg multiplie les références à ces observations à propos de rayons de lumière traversant telle ou telle pierre (cristal, béryl), ou des gouttes d'eau (rosée, pluie…). Cette « expérience sensible », voire cette expérimentation[29], atteste que lorsque des rayons du soleil tombent obliquement sur un corps fini de densité différente, la lumière qui en ressort se disperse dans les quatre couleurs que l'on trouve dans l'arc-en-ciel. Il observe la différence des couleurs (à

---

[26]. Voir Crombie, *op. cit*., p. 226 *sqq*.

[27]. Voir Thierrry de Freiberg, *De iride et de radialibus impressionibus*, Iª pars, c. 2 (1), p. 124 : « in scientia de iride determinare quid est est physicae considerationis, propter quid autem perspectivi ».

[28]. Voir Crombie, *op. cit*., p. 232-259. Crombie valorise sans doute unilatéralement l'aspect expérimental ; son chapitre offre toutefois une présentation détaillée de la théorie de Thierry de Freiberg.

[29]. Voir *De iride*, II, 19 (1), p. 177 : « Secundum hanc igitur formae radiosae et visus et sphaerae dispositionem experimento perpendimus duplicem radiationem a forma radiosa incidere […] ».

savoir selon Thierry le rouge, le jaune, le vert et le bleu[30]) en fonction de la partie sur laquelle tombent les rayons et de l'angle d'incidence.

Les « expériences » sont décrites avec des cristaux, mais aussi avec des milieux transparents sphériques, comme une grosse sphère remplie d'eau. Là encore, seul le rayon orthogonal conserve sa force et peut traverser sans être dévié. Mais il faut souligner que les rayons lumineux, bien qu'ils puissent parfois être représentés par des droites, sont en vérité comme des « faisceaux » physiques ayant une certaine épaisseur et non des lignes sans épaisseur[31]. Une telle épaisseur est essentielle pour comprendre sa théorie des couleurs radiantes et leur réfraction quand le rayon passe d'un milieu à un autre. L'angle d'incidence, et par conséquent l'angle de réfraction également, sont variables selon que l'on considère telle ou telle partie de ce faisceau. Si des rayons de lumière frappent perpendiculairement un milieu tel qu'un cristal hexagonal, ils le traversent et ressortent sans être infléchis ; on n'observe donc aucun mélange (*permixtio*) des impressions radiantes, ni aucun affaiblissement. Si en revanche, l'incidence se produit obliquement, les rayons perdent de leur force et peuvent être mélangés.

C'est sur la base de ces phénomènes que Thierry de Freiberg peut rendre compte de l'arc-en-ciel, qui se produit soit dans une région élevée de l'atmosphère où se trouve un nuage formé de petites gouttes d'eau (*nubes roridus*), soit dans un agrégat de gouttes tombant d'un tel nuage[32]. Le principe général de formation de l'arc-en-ciel est fondé à la fois sur la réflexion et une double réfraction. Mais l'innovation fondamentale est que les rayons se réfléchissent à l'intérieur et non pas à l'extérieur des gouttes d'eau comme l'avait proposé Vitellion. Ainsi, ils se réfractent en pénétrant les gouttes d'eau, ils se réfléchissent sur la surface interne (concave) de ces gouttes, puis se réfractent à nouveau en en sortant[33]. Les couleurs se forment par conséquent à l'intérieur de la goutte d'eau. Thierry établit ensuite que si la position de l'observateur ou celle de la sphère est modifiée, ce n'est pas la même couleur qui apparaît. Par conséquent, pour voir un arc-en-ciel, il convient d'être en présence d'une multitude de sphères renvoyant les rayons[34].

Thierry de Freiberg parvient aussi à rendre compte de la formation de l'arc-en-ciel secondaire, qui se forme au-dessus du premier avec un ordre inverse des couleurs. Celui-ci est dû à des rayons qui sont réfléchis deux fois à l'intérieur de la goutte avant d'être réfractés.

---

[30]. Thierry insiste sur le nombre quatre, contre certains aristotéliciens qui s'en tiennent à trois couleurs ; mais les désignations connaissent quelques variations, d'autant plus difficiles à cerner que les noms latins ne correspondent pas exactement à nos couleurs ; les extrêmes sont le rouge (*rubeus*), qui est le plus près du noir, et le bleu (*lazulius*) en bas, près du blanc. Les intermédiaires sont le jaune citron (*citrinus*) et le vert (*viridis*) : voir *De iride*, I, 1 (6), p. 131 ; II, 38 (2), p. 207 ; mais on trouve aussi différents termes pour la deuxième couleur : « caerulus quem xanthon vocant » (II, 1 (2), p. 145), et même (I, 6 (2), p. 131 : « citrinus sive glaucus ». Le bleu *lazulius* est pour sa part associé à l'*halurgum* (*alourgon* grec) (II, 1 (2), II, 1 (4), p. 145-146), tirant ainsi vers le violet-indigo.

[31]. Voir *De iride*, II, 37 (1), p. 206.

[32]. *Op. cit.*, II, 25 (1) et (2), p. 189-190.

[33]. *Op. cit.*, II, 18, p. 176-177.

[34]. *Op. cit.*, II, 21, p. 181.

Tout cela permet de décrire comment se forme l'arc-en-ciel, d'une façon qui anticipe sur les théories ultérieures comme celle de Descartes. Thierry de Freiberg propose l'explication la plus complète que l'on trouve au Moyen Âge.

Sur d'autres questions toutefois, Thierry reste dans le cadre de la doctrine aristotélicienne, telle qu'elle avait été exposée notamment par Albert le Grand. Ses représentations continuent à poser les gouttes produisant l'arc-en-ciel et le soleil sur une demi-sphère, dite « cercle de l'altitude », dont l'observateur est le centre et sur laquelle le soleil et le nuage sont représentés comme équidistants. De même il est bien connu (aisément observable) que l'arc-en-ciel n'apparaît qu'avec une certaine position du nuage sur le cercle de l'altitude, donc un certain rapport entre la distance de l'œil au soleil et la distance de l'œil au nuage[35], et un certain angle au dessus de l'horizon. Cet angle était traditionnellement évalué, de façon empirique, à 42°, une valeur que l'on trouve chez Bacon et Vitellion ; Thierry propose pour sa part, curieusement, la valeur de 22°, ce qui l'écarte de la vérité[36].

La théorie de Thierry de Freiberg s'est maintenue dans l'école dominicaine allemande avec Berthold de Mosburg, puis plus largement en Allemagne, et notamment à Erfurt. Elle est connue de Regiomontanus au XVe siècle. En Italie, Thierry semble avoir été ignoré par Blaise de Parme, donc les *Questions sur la Perspective commune* restent une référence majeure dans les décennies qui suivent. Au milieu du XVIe siècle, cependant, Maurolyco reprend l'ensemble de la tradition perspectiviste et mentionne des explications de l'arc-en-ciel qui évoquent Thierry de Freiberg, sans toutefois le citer nommément.

L'explication la plus complète sera donnée par Descartes. On a parfois dit que Thierry avait anticipé la théorie cartésienne, même si l'on ne peut tracer précisément les voies de transmission. Sans doute était-il encore connu. Toutefois, l'approche diffère du fait de l'abandon du cercle de l'altitude, et Descartes est le premier à comprendre que tout repose sur le seul rapport des angles d'incidence et non sur la distance entre le soleil, le nuage et l'observateur. Quant à la véritable décomposition de la lumière blanche dans le prisme des couleurs, on sait qu'elle sera due, ultérieurement, à Newton.

(Les traites parisiens et) Blaise de Parme

Les textes des perspectivistes sont utilisés dans la philosophe naturelle du XIVe siècle, où ils fournissent des thèses et des arguments pour l'étude psychologique de la vision, pour la théorie de la connaissance ou pour des questions de cosmologie et d'astronomie. Nicole Oresme (*ca.* 1320-1382) étudie la lumière, la couleur et l'arc-en-ciel dans le livre III de ses *Questions sur les Météorologiques*[37], et il rédige un traité *De visione stellarum*, consacré à la

[35]. Voir *De iride*, II, 34, p. 201.

[36]. Voir *De iride*, II, 34 (2), p. 201 ; *cf.* Carl B. Boyer, « The Theory of Rainbow : Medieval Triumph and Failure », *Isis*, 49 (1958), p. 378-390 ; Loris Sturlese, « Einleitung », *op. cit.*, p. XL.

[37]. Le livre III est partiellement édité dans McCluskey, *Nicole Oresme on Light, Color and Rainbow*. An Edition and Translation with Introduction and Notes of Part of Book III of his *Questiones super IV libros*

question « Est-ce que les étoiles nous apparaissent là où elle sont ? »[38]. Il y manifeste une bonne maîtrise de Ptolémée, et surtout des théories d'Alhazen et de Vitellion. Il étudie ce que nous appelons la parallaxe, c'est-à-dire les effets du changement de position de l'observateur sur l'observation d'un objet. Puis après avoir exposé les principales lois de la réfraction et ses conséquences sur la vue des objets, il étudie longuement les effets de la réfraction sur la vision des corps célestes. A cette occasion, il élabore un certain nombre de concepts et de théories originaux, posant que la lumière traverse selon une trajectoire courbe un milieu dont la densité varie uniformément. Du point de vue mathématique, afin de mesurer approximativement cette trajectoire courbe, il propose de lui égaler une suite de lignes infiniment petites, grâce à une série convergente infinie. Il affirme enfin que la réfraction de la lumière dans l'atmosphère se produit selon une telle ligne courbe, suggestion qui ne sera reprise que par Descartes et Robert Hooke, puis développé mathématiquement par Newton[39].

D'autres maîtres plus ou moins liés à Paris contribuent à l'histoire de la perspective. Thémon Juif, maître ès arts à Paris en 1349, auteur de nombreux traités scientifiques, traite de l'arc-en-ciel dans son commentaire des *Météorologiques*[40]. Il y cite tous les principaux auteurs de la tradition grecque, arabe et latine de la perspective. Il sera à son tour cité par Piccolomini dans son *De iride* en 1540. Dominique de Clavasio[41] rédige à Paris de brèves *Questiones perspective*[42] qui prennent pour objet d'étude Alhazen et Vitellion, et dans lesquelles il considère la perspective, définie comme science de la « ligne visuelle » comme une cinquième science s'ajoutant aux disciplines du *quadrivium*. Henri de Langenstein (ou Henri de Hesse, ca. 1325 - 1397), maître ès arts puis professeur de théologie à Paris avant de devenir recteur de l'université de Vienne, rédige une *Questio de cometa* (en 1368), ainsi que

---

Meteororum diss. Univ. of Wisconsin, 1974. Il existe deux rédactions des *Questions* d'Oresme : voir Aurora Panzica, « Nicole Oresme à la faculté des arts de Paris : les *Questions sur les Météorologiques* », *Archives d'histoire doctrinale et litéraire du Moyen Âge*, 84 (2017), p. 7-89.

[38]. Dan Burton, *Nicole Oresme's De visione stellarum (On Seeing the Stars). A Critical Edition of Oresme's Treatise on Optics and Atmospheric Refraction, with an Introduction, Commentary and English Translation*, Leiden-Boston, 2007. L'attribution à Oresme fut attestée pour la première fois par Graziella Federici Vescovini : voir *Studi sulla prospettiva medievale*, $$$$, p. 195-206 ; repris dans Ead., *La teoria della luce e della visione ottica dal IX al XV secolo*, Perugia, Morlacchi Editore, 2003 [p.261-267]. Des éléments d'optique se trouvent également dans les *Questiones super quatuor libros Meteororum*, dans les *Questions sur la Physique* et dans le *De causis mirabilium* du maître normand : voir Stephen McClusley, *Nicole Oresme on Light, Color and the Rainbow*, Ann Arbor, UMI, 1992 ; Jean Celeyrette, « Apparences et imaginations chez Oresme ; Question III. 1 sur la *Physique* et Question sur l'apparence d'une chose », *Revue d'Histoire des sciences*, 60 (2007), p. 83-100.

[39]. Voir *De visione stellarum*, II, c. 2, p. 151-164 ; pour les aspects mathématiques, voir plus particulièrement p. 158-160 ; je résume ici à l'extrême le commentaire donné D. Burton, « Introduction », p. 41-55.

[40]. Ce texte, le plus connu de Thémon, se trouve dans le recueil *Questiones et decisiones physiccales insignum virorum*, Paris, 1516. Voir Henri Hugonnard-Roche, *L'Œuvre astronomique de Thémon Juif, maître parisien du XIVe siècle*, Paris, 1973, en part. première partie « Biographie et culture scientifique de Thémon ».

[41]. Cet auteur est cité sous divers noms : Clavasio, Clivasio, Chivassio… ; on sait peu de choses de sa vie, si ce n'est qu'il fut professeur de médecine à Paris en 1357.

[42]. Ce texte se trouve dans un manuscrit de Florence : Biblioteca nazionale, Conv. Sopp., J. X. 19, fos 44r-55v. Voir Graziella Federici Vescovini, *Studi sulla prospettiva medievale*, p. 204-211 (*La teoria della luce…*, p. 268-273) ; Ead., « Les Questions de 'perpective' de Dominique de Clivaxo », *Centaurus. An Internatinal Magazine of History of Science*, X (1964), p. 232-246 : l'article contient une édition de la question 1 et de la question 6.

des *Questiones perspective*, qui sont un commentaire sur la *Perspectiva communis* de Peckham[43]. Conformément à la tradition parisienne, ces textes considèrent la lumière comme une qualité naturelle, objet d'une étude à la fois physique et mathématique.

Mais le commentaire qui eut le plus de succès fut sans doute celui de Blaise de Parme. Né entre 1350 et 1354, mort en 1416, Blaise de Parme a enseigné la logique, les mathématiques, la philosophie naturelle et la philosophie morale dans différentes universités d'Italie du Nord : Pavie, Bologne, Parme[44]. Dans ce cadre, il a commenté la *Perspectiva communis* de Jean Peckham, qui était devenu le manuel classique de perspective. La version dont nous disposons est une œuvre de maturité : ses Questions lues à Pavie entre 1390 et 1399 ; mais Blaise avait déjà enseigné la perspective, à Pavie ou Bologne, avant 1382. A en juger par les dates des manuscrits, ses *Questiones super Perspectiva communi* ont été copiées tout au long du XVe siècle. On peut dire que la théorie optique de Baise de Parme a connu un grand succès jusqu'au début des temps modernes.

Ce succès est sans doute d'abord dû au fait que ce texte est un exposé détaillé des principaux problèmes qui avaient été soulevés dans la science médiévale de la vision. Il s'appuie sur Peckham, qui avait lui-même donné un exposé synthétique des doctrines développées depuis Bacon et Grosseteste, mais aussi sur Aristote et Averroès (discussions sur les *species*, sur la lumière, la couleur), sur l'optique antique (Euclide et Ptolémée) et pour une large part sur les théories arabes, notamment celles d'Alhazen. Il expose à la fois des théories relevant proprement de l'optique géométrique et des considérations relevant de la psychologie et de l'anatomie, notamment à propos de l'œil.

Les questions de Blaise sont organisées en trois livres, conformément au texte commenté. La première partie traite des problèmes généraux de la connaissance visuelle C'est dans cette première partie, notamment dans les premières questions, que Blaise s'interroge sur l'existence, la nature et la fonction des images visuelles que la tradition, tant aristotélicienne que baconienne, nomme *species*. On y trouve aussi des développements sur la lumière et la couleur. Un des problèmes essentiels est celui de la constitution de l'image visuelle et de sa vérité. Cette partie est principalement physique, mais traitant de la vision en général, elle inclut des développements qui relèvent déjà du calcul, comme l'évaluation de la distance.

La deuxième partie est, conformément à l'usage, consacrée aux phénomènes de la réflexion. La part des lois géométriques y devient prépondérante et certains manuscrits incluent des figures (auxquelles le texte fait parfois explicitement référence). Elle étudie des phénomènes relevant de la catoptrique et accorde une large part à la réflexion sur les miroirs.

---

[43]. Ce texte se trouve dans le même manuscrit de Florence, f°s 56r-85v. Il a également été présenté et étudié par Graziella Federici Vescovini, *op. cit.*, p. 165-193.

[44]. Voir Gr. Federici Vescovini, « Biagio Pelacani da Parma », in *Dizionario biografico degli Italiani*, vol. 82, Roma, 2015, p. 95-100.

La troisième partie concerne la réfraction. Elle est traditionnellement au croisement de considérations géométriques et de considérations physico-cosmologiques, en relation notamment aux phénomènes astronomiques et météorologiques. Elle inclut deux questions sur l'arc en ciel, un objet crucial depuis l'Antiquité et dont l'étude a culminé, nous l'avons vu, avec Thierry de Freiberg.

Species et rayons visuels

Les questions sur le livre I proposent une théorie de la vision qui inclut des éléments de géométrie optique mais aussi une réflexion physique et psychologique. Blaise de Parme commence par se demander s'il est ou non nécessaire d'admettre des *species*. Cette notion est centrale dans toute la théorie médiévale de l'esprit, qui inclut une théorie de la vision comme paradigme de la connaissance sensible. Elle vient des lectures médiévales d'Aristote et a été confortée par la théorie baconienne de la « multiplication des espèces ». Bacon, dans une perspective néoplatonicienne où la lumière est le principe même des choses, applique à la vision la thèse selon laquelle les *species* se propagent en ligne droite à partir de leur source. À l'exception de Pierre de Jean-Olivi et de Guillaume d'Ockham, tout le monde admet que l'on a besoin de *species* pour expliquer à la fois la première impression sensible et la conservation d'une représentation une fois que la chose est disparue. Blaise se livre à une longue discussion. Il est manifeste que, d'un point de vue physique, il admet le concept de *species*. Nous en trouvons la confirmation dans la première question sur le *Traité de l'âme*, lorsque Blaise définit la connaissance intuitive comme celle qui est connaissance de la chose au moyen de sa première *species*, et la connaissance intellective abstractive comme celle qui est causée dans un second temps par cette *species*[45]. Ici même, la question 2, qui demande si la vision peut subsister une fois l'objet disparu, souligne que « restent des simulacres dans l'œil après son apparence visuelle (*aspectus*) et il est évident que la *species* est représentative de ce dont elle est *species* »[46].

On doit noter au passage que Blaise écarte comme relativement secondaire la question de l'alternative entre extramission et intromission du rayon entre l'œil et l'objet. Rappelons que la première thèse est classiquement référée à Platon, et a été développée par Théon d'Alexandrie dans sa Préface à Euclide ; la seconde est plus cohérente avec Aristote et Averroès, mais elle se retrouve aussi, en un sens différent, chez Alhazen. Si la thèse de la projection du rayon visuel à partir de l'œil peut être l'objet d'une *persuasio*, la thèse inverse est jugée « plus probable ».

Quelle est la fonction de ces *species* ? Bien évidemment la *species* n'est pas ce qui est vu mais ce au moyen de quoi l'objet est vu. Mais quelle est sa nature ? Blaise de Parme est très éloigné de la métaphysique néoplatonicienne de la lumière qui a dominé le XIIIe siècle, de

---

[45]. *Questiones de anima*, I, 1, ms. Vat. Chigi O IV 41, f° 109va.

[46]. Blaise de Parme *Questiones super Perspectiva communi* [dorénavant cité : *Q. P.*], I, qu. 2, éd. J. Biard, Gr. Federici Vescovini, O. Rignani et V. Sorge, et l'aide de R. Bellé pour les figures, Paris, Vrin, 2009, p. 77.

Bacon à Vitellion. Pour lui, comme pour la philosophie naturelle aristotélicienne du XIVe siècle, les *species* ont un être réel et non pas un être intentionnel ou spirituel. Et ce ne sont pas de substances mais des accidents. Compte tenu de l'ontologie de Blaise, ce sont des accidents de la matière première[47].

Dans le même temps, ces *species* sont posées par Blaise comme équivalents aux rayons, *radii visuales*[48]. Les *species* sont en fait désignées par divers termes : simulacre, idole, et même vestige. Ces équivalences déjà présentes chez Roger Bacon, étaient usuelles dans les textes parisiens du XIVe siècle[49]. Mais le terme « rayon » nous oriente aussi vers l'optique géométrique. Blaise l'utilise parfois en un sens physique, comme le faisait al-Kindi ; c'est le cas dans la question 4 sur le livre I, où il parle des « rayons solaires » qui s'affaiblissent en s'éloignant de leur source[50], mais aussi parfois en un sens mathématique comme dans la même question en s'interrogeant sur les angles d'incidence ou sur l'intersection des rayons[51]. Ces deux points de vue ne sont aucunement contradictoires, ce sont deux points de vue différents sur la vision qui se trouvent alternativement présents dans le livre I[52]. Pour les philosophes, l'espèce, qui est matérielle, est étendue, elle a une largeur et une profondeur, ce qui n'est pas le cas des lignes et des angles des mathématiciens. Pourtant, le point de vue mathématique, lui aussi, est non seulement légitime mais indispensable pour analyser la propagation des rayons visuels, puisqu'il faut faire intervenir des lignes droites et des angles (de réflexion ou de réfraction). L'optique géométrique, telle qu'on peut la trouver chez Euclide et qui étudie ces règles de propagation, est relativement indépendante des hypothèses gnoséologiques et ontologiques sur la nature de la lumière ou la structure de l'œil. Mais elle seule permet d'expliquer l'apparence visuelle de l'objet (*aspectus*). Or le principal problème traité par Blaise est bien la constitution de l'image visuelle, et pour cela il faut comprendre comment les rayons, provenant de l'objet vu, sont reçus à la surface de l'œil puis traversent les parties de l'œil.

La pyramide visuelle

La théorie de l'apparence visuelle soutenue par Blaise repose sur deux principes : la diffusion des rayons de l'objet vers l'œil se fait selon une pyramide ; et c'est le rayon

---

47. *Q. P.*, I, qu. 1, ad 6am, p. 73-74 : « Huiusmodi species possunt merito materiales appellari quia ita fundantur in materia et educuntur de potentia materie sicut alie qualitates » (je corrige l'édition).

48. Dans la réponse au 5 argument, Blaise parle de « ces rayons visuels que les philosophes appellent des *species* ; la même équivalence se trouve dans les *Questions sur les Météores* (citées par GFV dans *Studi sulla prospettiva medievale*, n. 14 p. 246 ; *La teoria…*, p. 346) : « pro visione causanda necesse est ponere radios visuales quos philosophi appellant species visibiles […] » ; et il fait appel, comme dans la *Perspective*, à l'expérience de la vision dans le miroir.

49. Voir Bacon, *De multiplicatione specierum*, pars I, c. 1, éd. cit. p. 4 ; *cf.* Nicole Oresme, *Quaestiones in Aristotelis De anima*, éd. B. Patar, Louvain-la-Neuve - Louvain - Paris, Éditions de l'Institut supérieur de Philosophie - Éditions Peeters, 1995 III, qu. 10, p. 387.

50. *Q. P.*, I, qu 4, en part. p. 98.

51. *Ibid.*, p. 99.

52. Voir *Q. P.*, qu. 12 et qu. 13.

perpendiculaire à l'œil qui procure la vision exacte de la chose vue. Euclide avait estimé que la vision se produit selon un cône dont la pointe est l'œil et la base l'objet vu[53]. Ptolémée, quant à lui, avait substitué le terme « pyramide » à celui de « cône »[54]. Un certain nombre de principes sont alors présupposés : les rayons se diffusent en ligne droite ; on voit les objets dans la mesure les rayons visuels qui en partent atteignent l'œil ; on ne peut pas voir les choses sous n'importe quel angle. Ptolémée avait en outre souligné l'importance de l'axe de la pyramide, formé par le rayon perpendiculaire à l'œil, car c'est selon ce rayon perpendiculaire que les choses sont vues le plus clairement. Cette double thèse avait été reprise par Alhazen.

Blaise ne nie pas que, comme l'avait affirmé Euclide, tout corps lumineux sphérique diffuse sa lumière de manière sphérique[55]. Mais tout corps, sphérique ou non, « diffuse une pyramide à partir de soi », vers n'importe quel point qui se trouve dans le champ de son activité[56]. Il faut comprendre qu'en direction de tout œil qui se trouverait dans ce champ, à partir des contours de l'objet, on pourrait tracer une pyramide de rayons. Or parmi tous ces rayons, il en est un qui est privilégié, celui qui forme un angle droit avec le corps rencontré, en particulier avec l'œil[57]. C'est ce rayon qui est le « plus fort » ; en effet, tous les autres subissent une déviation, due à la différence des milieux traversés, et s'éloignent ou se rapprochent plus ou moins, selon les cas, de la perpendiculaire. Seul le rayon qui tombe orthogonalement n'est pas dévié et garde ainsi toute sa puissance[58].

Blaise de Parme s'écarte d'une tradition, celle de Rasis ou Avicenne, qui considérait l'œil comme un miroir. Si la vision se produisait de cette façon à la surface de l'œil, on devrait voir les images inversées. Au contraire, comme l'avaient soutenu Galien et Alhazen, la vision se produit à l'intérieur de l'œil, lequel doit être considéré comme rond (comme une surface convexe) et non pas comme plat[59]. Les rayons de la pyramide visuelle se réfractent dans l'œil, qui est un milieu physique constitué d'humeurs de densité inégale. Ils y pénètrent en s'éloignant ou en se rapprochant de la perpendiculaire, excepté le rayon orthogonal, qui poursuit en ligne droite et traverse ainsi toutes les humeurs en passant par le centre des sphères que forment ces humeurs et par le centre de l'œil lui-même. Ainsi, c'est la théorie de la réfraction, telle qu'elle est développée dans la IIIe partie, qui fournit un modèle de la vision. La question du lieu où se produit la sensation visuelle est abordée principalement dans la

---

[53]. Euclide, *Liber de visu*, éd. W. R. Theisen, « *Liber de visu.* The Greco-latin Translation of Euclid's *Optics* », *Mediæval Studies*, 41 (1979), p. 41-105, ici p. 62.

[54]. Ptolémée, *Optica*, éd. A. Lejeune, *L'Optique de Claude Ptolémée dans la version latine d'après l'arabe de l'émir Eugène de Sicile*, Louvain, 1956, par exemple p. 6-7, p. 20-21, etc.

[55]. Voir *Q. P.*, I, qu. 3, concl. 1, p. 87.

[56]. Voir *Q. P.*, I, qu. 3, concl. 3, p. 87.

[57]. *Q. P.*, I, qu. 12, p. 1878 : « omnis visio, quecumque sit illa, fit per radium super oculum orthogonaliter orientem ».

[58]. Voir *Q. P.*, I, qu. 4, 6ª evidentia, p. 97 ; qu. 9 *passim*, p. 14-152.

[59]. Ces connaissances anatomiques étaient disponibles dans la tradition médicale arabe, depuis Hunain ibn Ishaq, traducteur de Galien, et Razis ; on les retrouve dans la compilation de Constantin l'Africain. Alhazen en fait un élément crucial d'explication de la vision.

question12 sur le livre I. Elle développe un point de vue physiologique mais implique l'analyse mathématique de la diffusion et de la réception des rayons. La vision (entendue dans ce cas comme simple appréhension de l'image et non comme jugement), se produit dans le cristallin, encore dit humeur glaciale, où aboutissent les rayons[60]. Blaise ne nie pas cependant que le processus physiologique se poursuive et se renforce au croisement des nerfs, où les *species* sont réunies puis transmises jusqu'au cœur, siège de toute sensation[61]. Mais l'essentiel est ici d'expliquer comment doit être disposé l'œil et comment doivent y pénétrer les différents rayons, traversant des milieux de densité différente et se rejoignant au centre de l'œil.

Grandeur, distance, et localisation des choses vues

Seule la forme sphérique de l'œil permet d'expliquer que celui-ci puisse appréhender sous leur véritable grandeur des objets égaux, plus petits ou plus grands que lui. Mais l'un des problèmes auxquels est confrontée la science de la vision est de savoir comment apprécier la taille et la distance à laquelle se trouvent les objets perçus.

Dans l'optique euclidienne, la taille de l'objet était évaluée d'après l'angle de vision. Mais cela soulève une difficulté, que ne règle pas à elle seule la substitution de la pyramide au cône visuel. Deux objets qui m'apparaissent par des rayons, selon des pyramides dont les pointes forment des angles identiques, ne seront pas de la même taille s'ils sont à des distances différentes. En outre, les règles d'Euclide fondées sur l'angle de vision supposaient que la vision se fasse à la surface de l'œil. Tout cela a été modifié à partir d'Alhazen. En premier lieu, comme nus l'avons déjà dit, les rayons entrent dans l'œil où ils sont plus ou moins déviés, et la vision exacte se fait selon le rayon orthogonal. Par conséquent, l'évaluation de la distance par rapport au lieu d'observation devient une question essentielle. Ce sont ces questions que Blaise reprend et développe. Cela ne veut pas dire que l'angle n'ait pas de pertinence. Il produit une plus ou moins grande impression du cristallin. Mais ni l'angle ni le seul rayon orthogonal ne permettaient de différencier les distances et d'évaluer la véritable grandeur de l'objet[62]. Il faut aussi prendre en compte les points qui constituent la surface de la pyramide optique. Cela veut dire que l'angle ici pertinent n'est pas seulement un angle considéré selon une surface place (un « angle de surface »), mais un « angle solide », autrement dit que l'on considère trois dimensions, la profondeur incluse[63]. Cela suppose en outre des formes rudimentaires (et pour une large part inconsciente) de mesure et de calcul,

---

[60]. *Q. P.*, I, qu. 12, p. 180 : « loquendo de visione non completa, sed inchoata, potet poni talis conclusio : visio que habetur de obiecto inchoatur in humore glasiali et subiective in ea existit ».

[61]. *Q. P.*, I, qu. 12, p. 187 : « presuppono in presenti visionem fieri in centro oculi, non obstante quod alibi perficiatur vel perfici possit, sicut in cruciatione nervorum vel in corde ».

[62]. Voir *Q. P.*, I, qu. 16, p. 225.

[63]. Voir *Q. P.*, I, qu. 13, p. 193.

qui sont déjà à l'œuvre dans l'activité perceptive[64]. Blaise différencie ainsi plusieurs étapes dans le processus total de la vision[65]. Dans ce cadre, les rapports entre corps sont établis au moyen de lignes et de diamètres .

le « vrai lieu » des objets vus

La vue, entendue maintenant comme puissance distinctive, c'est-à-dire le sens commun mû par la sensation visuelle, appréhende la taille et la distance des objets, d'abord de manière immédiate, puis de façon plus complexe et réfléchie avec le concours de l'intellect qui évalue et calcule les rapports entre ces quantités. Mais est-ce à dire que l'on perçoit toujours les choses là où elles sont vraiment ? Dans le livre I, Blaise a évoqué brièvement la question, mais elle a été résolue, dans le cas de vision directe, par l'hypothèse d'erreurs de jugement, ou par une distance telle que des corps intermédiaires pussent troubler la vue de l'objet. En revanche, le problème le plus important, celui du vrai lieu des astres, est traité dans la question 2 sur le livre II.

Cette question met en œuvre des phénomènes plus complexes, faisant intervenir, outre la vision directe, la vision réfléchie et la vision réfractée[66]. Il a été montré, par exemple dans le livre II, que la vision réfléchie me fait percevoir des choses là où elles ne sont pas : ainsi, on semble voir au delà d'un miroir ce qui est en réalité derrière l'observateur. Quant à un objet dont les rayons sont réfractés, il paraît être à la perpendiculaire de l'œil alors qu'il est décalé sur un côté.

En ce qui concerne les planètes et les étoiles fixes, il faut donc distinguer le lieu réel et le lieu visible. Ceux-ci ne coïncident pas, comme cela avait déjà été noté par Ptolémée, suivi par Alhazen et Bacon. Les rayons visuels reliant l'astre à l'œil doivent en effet traverser des milieux de densité variables ; or tout rayon, à l'exception du rayon perpendiculaire, qui traverse différents milieux se trouve réfracté. Est-ce à dire que le rayon perpendiculaire nous fournit le vrai lieu ? Ce n'est pas si simple, car d'une part, pour évaluer la taille, il convient de considérer la pyramide dans sa totalité ; d'autre part, le rayon perpendiculaire ne fournit pas d'indication sur la distance. Ainsi le lieu visible s'écarte du lieu, et Blaise montre par exemple, schéma à l'appui qu'un astre s'élevant à l'Est paraîtra plus haut qu'il n'est en

---

[64]. Voir *Q. P.*, I, qu. 16, p. 226 : « visus, intellectuali iudicio concurrente, potest longitudinem radiorum comprehendere, idest distantiam in qua vel per quam visibile ab oculo distat » ; voir aussi 4e conclusion p. 227.

[65]. *Q. P.*, I, qu. 16, p. 224 : « tripliciter contingit nos habere cognitionem rei quante. Uno modo solo visu concurrente et hoc scietur per quantitatem anguli […] vel secundum quod plus vel minus informabitur de humore glaciali. Secundo modo possumus cognoscere rem, quanta sit, per visum virtute distinctiva concurrente, *et hoc fit per angulos relatos ad distantiam secundum quod apparebit*. Tertio modo possumus apprehendere rem, quanta sit, per visum intellectu concurrente, et hoc modo investigamus quantitatem et proportiones corporum per lineas, per diametra et par alia […] » (je souligne).

[66]. Voir Fabio Seller, « La détermination des positions des astres dans l'optique de Blaise de Parme », *in* J. Biard et A. Robert (éds), *La Philosophie de Blaise de parme. Physique, Psychologie, Éthique*, Firenze, Sismel - Edizioni del Galuzzo, 2019, p. 219-232 ; je me permets de reprendre ici certaines conclusions de cette étude.

réalité[67]. Il est néanmoins possible dans certaines situations de déterminer par calcul le vrai lieu des astres et planètes.

Le phénomène de l'arc-en-ciel est également examiné. Blaise s'interroge sur la cause de la courbure de l'arc-en-ciel, sur celle de la diversité des couleurs, et sur la nature même du phénomène (réflexion ou réfraction, à partir du soleil ou des nuages). Nous disposons de deux version de cette question sur l'arc-en-ciel (questions numérotées 3 A et 3 B dans l'édition). Blaise reprend les explications classiques de Grosseteste, Bacon et Peckham, mais il opte pour une explication par la seule réflexion[68] et revient ainsi, sur cette question, en deçà de ses prédécesseurs. L'arc-en-ciel est la lumière du Soleil, vue différemment de ce qu'elle est à cause du milieu intermédiaire. Le phénomène s'explique fondamentalement par la réflexion de la lumière du soleil sur des gouttes d'eau, donc sur les nuages. Blaise de Parme insiste sur le fait que l'arc-en-ciel n'est pas une chose est n'est pas situé là où on le voit (ni ailleurs), c'est un nom désignant le Soleil et connotant que la lumière est disposée de telle ou telle manière, ou encore qu'il est vu tel qu'il n'est pas[69].

Plus original est l'usage des apparence visuelles pour expliquer certains phénomènes qui peuvent paraître surnaturels ou miraculeux, évoqués à la fin de la question 3, version B (la plus tardive) de la IIIe partie ; d'autres phénomènes de même nature sont mentionnés dans les *Questions sur les Météorologiques.* Il s'agit premièrement de l'illusion consistant à voir des hommes se promenant à pied ou à cheval dans le ciel ; deuxièmement, au moment où l'on voit un arc-en-ciel, l'apparition de bateaux, de châteaux, d'hommes et de cavaliers se déplaçant dans l'air, et Blaise rappelle à cette occasion une vision de cette sorte qui aurait eu lieu en Lombardie en 1403, durant trois jours ; troisièmement, l'apparition à Milan, au coucher du soleil, d'images d'anges descendant et montant dans le ciel ; quatrièmement l'apparition de vipères à tête d'homme ; et cinquièmement, la nuit, l'apparition de fruits qui ne sont pas de saison ou d'étranges animaux. Dans tous les cas (en dehors du dernier s'expliquant par les rayons lumineux de bougies), le phénomène est proche de l'arc-en-ciel et s'explique par la réflexion de rayons provenant d'objets réels sur des nuages. Blaise de Parme affirme ainsi la validité générale d'une explication naturelle à ces apparences grâce aux lois de l'optique.

[*conclusion*]

---

[67]. *Q. P.*, III, qu. 2, p. 321.

[68]. Voir *Q. P.*, III, qu. 3-A, p. 330-331. Blaise écarte explicitement une explication par la réfraction. Il ne reprend donc pas la théorie de Thierry de Freiberg, qu'il semble ignorer, ainsi que l'avait remarqué Gr. Federici Vescovini, « Le Questioni di 'Perspectiva' di Biagio Pelacani da Parma, *Rinascimento*, XI (1961), p. 163-243, en part. p. 204.

[69]. *Q. P.*, III, 3-B, p. 349.