



**HAL**  
open science

# La théorie de la vision d'Ibn al-Haytham (Xe-XIe siècle) dans l'histoire des neurosciences

Jean-Gaël Barbara

► **To cite this version:**

Jean-Gaël Barbara. La théorie de la vision d'Ibn al-Haytham (Xe-XIe siècle) dans l'histoire des neurosciences. *La Lettre - Société des Neurosciences*, 2021, 60, pp.4-9. hal-03468008

**HAL Id: hal-03468008**

**<https://hal.science/hal-03468008>**

Submitted on 21 Dec 2021

**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.

Public Domain

# Histoire des Neurosciences

## La théorie de la vision d'Ibn al-Haytham (X<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> siècle) dans l'histoire des neurosciences

| PAR JEAN-GAËL BARBARA

Les travaux d'Ibn al-Haytham concernant l'optique, rédigés au Caire au XI<sup>e</sup> siècle, ont été selon les moments ignorés, sous-estimés ou parfois repris sans citation, de sorte qu'ils ont marqué, en pointillé, mais régulièrement et en profondeur, le cours de la science occidentale, par leur traduction et leur réception par des moines franciscains de Tolède au XII<sup>e</sup> siècle, puis par Kepler et Descartes au XVII<sup>e</sup> siècle ou encore Helmholtz au XIX<sup>e</sup> siècle.

Les historiens des sciences avaient remarqué, dès le XIX<sup>e</sup> siècle, le caractère révolutionnaire du Livre d'Optique d'Ibn al-Haytham concernant sa théorie de la lumière, ses théories optiques (réfraction), sa théorie de la vision avec ses caractères psychologiques et sa méthode expérimentale utilisant, entre autres dispositifs, une chambre noire<sup>1</sup> (Figure 1). Depuis les années 1970, ces recherches historiques ont révélé d'autres aspects subtils de l'œuvre d'Ibn al-Haytham qui la replace dans l'histoire de plusieurs disciplines, la physique (dont l'optique), les mathématiques et l'astronomie. Plus récemment certains chercheurs ont aussi replacé l'œuvre d'Ibn al-Haytham dans l'histoire de la psychologie ou encore plus largement dans l'histoire des neurosciences par sa théorie de la perception visuelle.

### Ibn al-Haytham vu par les historiens des sciences

En 2020, Michel Imbert<sup>2</sup> a publié un ouvrage sur la théorie de la vision d'Ibn al-Haytham, «*La fin du regard éclairant*», dans lequel il montre combien cette nouvelle théorie possède une dimension relevant de la psychologie cognitive de la perception visuelle.

Il s'agit d'un thème qui a été peu abordé précédemment et par des articles souvent assez superficiels. Il en va tout autrement de l'étude minutieuse des avancées que propose Ibn al-Haytham en optique et en mathématiques, avec les travaux d'Abdelhamid Ibrahim Sabra (1924-2013) (2) et de Roshdi Rashed (3,4) en France. C'est à partir des années 1940 que les textes arabes d'Ibn al-Haytham furent étudiés d'abord par le physicien égyptien, Mustafâ Nazîf (1893-1971) (5). D'une manière générale, tous ces travaux ont replacé Ibn

al-Haytham, appelé de son vivant le second Ptolémée, dans la lignée des plus grands savants notamment en mathématiques, en physique, en particulier en optique aux côtés de Newton ou d'Helmholtz.

Il ressort de ces études qu'Ibn al-Haytham peut être considéré comme l'un des pères fondateurs de l'optique car il est le premier savant à proposer une théorie de la vision reposant sur un concept de rayons lumineux provenant des objets par

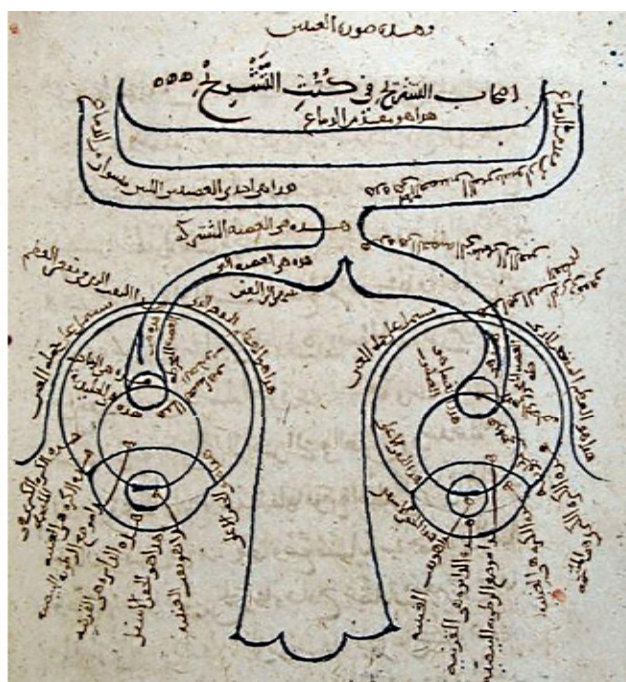


Figure 1 - Page manuscrite du Kitāb al-Manāẓir d'Ibn al-Haytham de la bibliothèque de la mosquée Süleymaniye d'Istanbul montrant l'anatomie des yeux et des voies visuelles. Le cristallin est figuré comme un corps sphérique volumineux qui reçoit l'image optique sur sa face antérieure en la transmettant au nerf optique à sa face postérieure. On note la description du chiasma optique. Photo libre de droit, Wikicommons.

<sup>1</sup>La méthode expérimentale d'Ibn al-Haytham tranche avec celle communément rencontrée dans l'Antiquité selon Grmek (1). Cette dernière n'est jamais vraiment systématique, étant d'abord principalement destinée à réfuter des théories adverses d'une manière qualitative.

<sup>2</sup>«*La fin du regard éclairant*», Michel Imbert, Edit. Vrin – Mathesis, 204 pages - ISBN 978-2-7116-2934-3 - juin 2020.

réflexion de la lumière et entrant dans l'œil pour y former une image. Avant lui, la plupart des penseurs optaient pour une théorie dite de l'extramission expliquant la vision par la projection à partir de l'œil, vers l'objet, de rayons visuels (et non des rayons lumineux). Concernant les mathématiques, Roshdi Rashed a montré l'importance des travaux d'Ibn al-Haytham notamment en mathématiques infinitésimales (6). Enfin, les aspects de l'œuvre d'Ibn al-Haytham relevant d'une physiologie de la vision avec certains aspects de physiologie cérébrale et de psychologie expérimentale, ont bien été remarqués au XIX<sup>e</sup> siècle, et encore lors de la parution de la traduction en anglais par Sabra des livres I-III du Livre d'Optique (1989), mais d'une manière globale, ce qui fait de ces aspects de l'œuvre d'Ibn al-Haytham un objet possible de nouvelles recherches.

### La modeste vie d'Ibn al-Haytham

Ibn al-Haytham, Abu Ali al-Hasan ibn al-Hasan ibn al-Haytham de son vrai nom<sup>3</sup>, naquit vers le milieu du X<sup>e</sup> siècle à Bassorah (en Irak actuel), ville arabe alors sous contrôle chiite des Perses. L'une de ses études le porta à imaginer la construction d'une retenue d'eau à Assouan sur le Nil de manière à pouvoir contrôler les inondations, un projet monumental qui intéressa le calife du Caire, al-Hàkim (985-1020). Ce dernier fit venir Ibn al-Haytham pour le rencontrer en 1010 au Caire. Roshdi Rashed a traduit un historien arabe qui a rapporté cet épisode : « Ibn al-Haytham prit le chemin de l'Égypte, et quand il y parvint, al-Hàkim sortit pour l'accueillir, et le rencontra dans un village à la porte du Caire connu sous le nom d'al-Khandaq ; il ordonne de le recevoir généreusement. Ibn al-Haytham s'installa le temps de se reposer. Al-Hàkim lui demanda ensuite ce qu'il avait promis au sujet du Nil. [Ibn al-Haytham] s'y rendit avec un groupe d'artisans et d'architectes pour qu'ils puissent l'assister dans les tâches géométriques qu'il avait conçues [...] Quand il fut parvenu à la position connue sous le nom de Cataractes, au Sud de la ville d'Assouan, qui est un lieu élevé d'où s'écoule l'eau du Nil, il l'a bien observée, l'a éprouvée et l'a testée en amont et en aval ; il a trouvé que cela ne correspondait pas à ce qu'il cherchait et fut sûr que ce qu'il avait promis reposait sur une erreur » (7).

Ibn al-Haytham dut alors simuler la folie pour échapper au courroux du calife et il se retira à la mosquée al-Azhar du Caire jusqu'à la mort d'al-Hàkim en 1021, vivant de la copie de manuscrits et de ses productions écrites en raison de la confiscation de ses biens<sup>4</sup>. Ibn al-Haytham rédigea en 1024 un récit autobiographique qui fait mention d'une centaine d'ouvrages originaux. La plupart de ses écrits portent sur les mathématiques, l'astronomie, l'optique (dont le Livre d'Optique), et la philosophie.

### Le livre d'Optique ou Kitab al Manazir (1015-1021)

L'ouvrage principal d'Ibn al-Haytham est son monumental Livre d'Optique écrit au Caire entre 1015 et 1021, alors qu'il était réfugié à la mosquée al-Azhar. Cet ouvrage propose une nouvelle perspective théorique de l'optique et du processus de la vision. Ce travail gigantesque, de plus de mille pages, traduit en latin au XII<sup>e</sup> siècle et redécouvert en Occident à la Renaissance, fut alors édité dans sa version latine sous le titre, *De Aspectibus* ou *Opticae Thesaurus: Alhazeni Arabis* (Figure 2). Il s'agit d'un ouvrage en sept livres traitant d'optique, mais aussi nécessairement de physique, de mathématiques, en abordant également des aspects médicaux, mais aussi la vision dans ses dimensions anatomiques (géométrie des structures d'œil), physiologiques (fonctions des nerfs et du cerveau) et psychologiques (par exemple la perception des distances). Dans cette œuvre, Ibn al-Haytham tire parti de tous les écrits antérieurs sur la vision qu'il put consulter grâce aux travaux importants des traducteurs abbassides à partir des collections de manuscrits grecs, dont surtout L'Optique de Ptolémée qui n'avait été précédemment presque jamais commentée<sup>5</sup>.

### Anciennes théories antiques de la vision

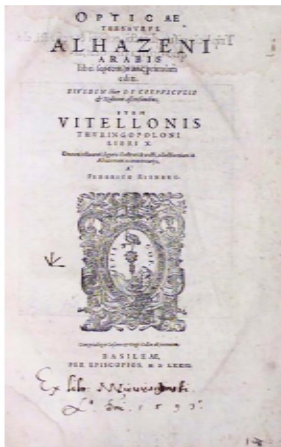
Les penseurs grecs de l'Antiquité considéraient la vision comme un modèle de la faculté de connaître à partir de la perception d'éléments extérieurs. Le mécanisme de cette perception ne pouvait être expliqué de manière concrète qu'en référence au sens du toucher, en imaginant un contact de nature mécanique entre l'objet perçu et l'organe des sens, l'œil. Michel Imbert rappelle à ce sujet qu'Empédocle (Ve siècle av. J.-C) développa une philosophie mécaniste où toute sensation est un contact entre des semblables, selon un modèle qui se décline pour la vision par la rencontre de deux feux, dont le feu de particules émanant de l'objet qui rencontre le feu des yeux qui émane de l'esprit.

Tous les philosophes grecs ultérieurs développeront des théories de la vision qui proposeront diverses solutions pour imaginer un contact à distance entre l'objet et l'œil. Les philosophes peuvent se distinguer en deux groupes principaux selon la nature de cette médiation entre l'objet et l'œil. Pour les uns, une chose matérielle émane de l'objet et pénètre dans l'œil (théories de l'émanation ou théorie de l'intromission) (les atomistes grecs, Empédocle, Démocrite, Épicure et Lucrèce). Mais alors, pourquoi les idoles (les images) ne s'entrechoquent-elles pas entre elles et comment sont-elles réduites pour entrer dans l'œil ? Pour les autres, partant de l'œil, une chose matérielle se projette vers l'objet pour le palper (théories de l'extramission ou de l'émission). Michel Imbert commente que cette dernière théorie repose sur un concept de rayons visuels qui permit une première mathématisation de la vision chez Euclide et chez Ptolémée, reposant sur des principes géométriques qui décrivaient par exemple le principe de réflexion ou la vision binoculaire (9).

<sup>3</sup>Il a souvent été confondu avec le philosophe Muhammad Ibn al-Haytham, tant pour certains aspects biographiques que pour la mauvaise attribution de certaines œuvres.

<sup>4</sup>Une copie du livre d'Apollonius sur les coniques de la main d'Ibn al-Haytham est conservée à Sainte Sophie.

<sup>5</sup>L'œuvre d'Ibn al-Haytham est initialement destinée à corriger et poursuivre l'œuvre de Ptolémée en astronomie et en optique (8).



**Figure 2** - Page de titre de la traduction latine du Livre d'Optique d'Ibn al-Haytham : Friedrich Risner, *Opticae thesaurus, Alhazeni Arabis libri septem, nunc primum editi. Eiusdem liber Decrepusculis et Nubiunascensionibus. Item Vitellonis Thuringopoloni libri X*, Bâle, 1572. Photo libre de droit, Wikicommons.

## La nouvelle perspective d'Ibn al-Haytham sépare dans la vision, d'une part, ce qui relève des mathématiques et de la physique, d'autre part, ce qui relève du monde des objets et du sujet

Avant la rédaction du Livre d'Optique d'Ibn al-Haytham, les théories dominantes défendent l'extramission, car elle est davantage en accord avec l'expérience courante du sujet qui dirige son regard vers les objets et focalise sur lui sa vision et son esprit (son attention). Il y a dans ces théories des croyances premières encore présentes aujourd'hui (10) qui font obstacle au progrès des connaissances ; elles se retrouvent dans certaines expressions, et déjà chez Homère, ou encore dans le langage courant avec, par exemple, l'expression « un regard pénétrant ». Ces théories relèvent en réalité d'une confusion entre voir et regarder, c'est-à-dire entre ce qui relève de la formation d'une image à partir de l'objet dans l'œil et ce qui relève de la perception en tant que mécanisme cognitif. Lorsque l'attention n'est pas focalisée, un objet mal perçu, ou confondu avec un autre, devient subitement perceptible tel qu'il est, par un effort de concentration et de focalisation de l'attention, comme si les yeux concentraient leurs rayons visuels sur une cible, alors qu'il ne s'agit bien entendu que de procédés cognitifs attentionnels et d'analyse des sensations visuelles.

Dans la préface du livre I de son Livre d'Optique, Ibn al-Haytham annonce qu'il va prendre en compte les points de vue des mathématiciens et des géomètres, mais aussi ceux des physiciens et même des médecins<sup>6</sup>. On ne peut traiter ici du cheminement intellectuel qui conduisit Ibn al-Haytham

<sup>6</sup>Ibn al-Haytham décrit comme relevant de l'art médical, une expérience de compression du nerf optique avec cessation réversible de la vue : « La preuve claire que les formes des objets visibles cheminant dans la cavité du nerf atteignent la dernière sensation, et que la vision s'effectue après leur trajet à travers le nerf, est que, lorsque le nerf est obstrué, la vision cesse, et qu'après avoir supprimé l'obstruction, la vision revient. Ceci est attesté par l'art de la médecine ». Traduction de l'auteur à partir de l'anglais pour toutes les citations d'Ibn al-Haytham (11, Livre I, chap. 6, §76, p. 87). Les déficits visuels, ou même la cécité, dus à des compressions et obstruction du nerf optique par des humeurs sont décrits dans le corpus hippocratique, repris par Galien, et retrouvés dans les textes médicaux ultérieurs dont ceux d'Ambroise Paré au XVI<sup>e</sup> siècle.

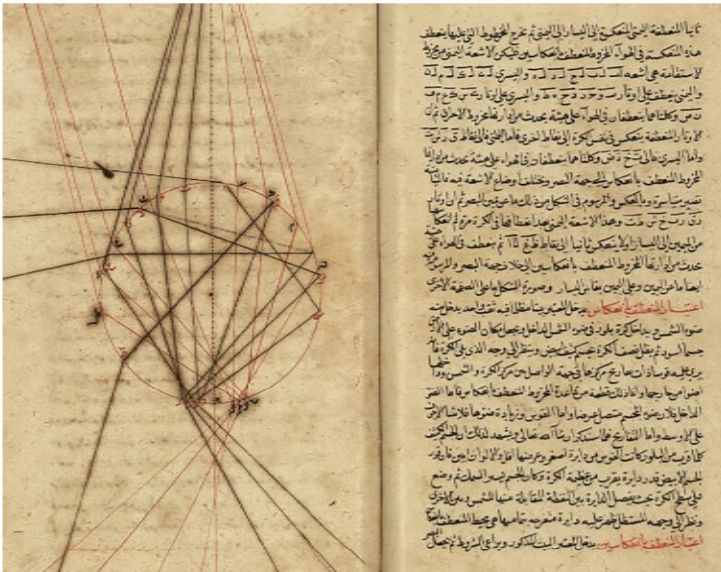
à l'idée que les objets peuvent être perçus par la lumière qu'ils émettent indirectement par réflexion. Ibn al-Haytham appelle cette lumière réfléchie par les objets leur « lumière accidentelle ». Dans une conception géométrique, il conçoit que chaque point d'un objet est source d'une telle lumière qui irradie dans toutes les directions en formant une sphère de rayons lumineux émanant de l'objet. Pour expliquer la formation d'une image nette dans l'œil, il fait l'hypothèse que seuls les rayons issus de l'objet frappant la cornée à angle droit sont capables de prendre part à l'image pour éviter la critique d'une superposition des rayons provenant de points distincts de l'objet. Ces idées développées avec des calculs, des figures, et reposant sur les premières expériences utilisant une chambre noire<sup>7</sup> pour tester une théorie optique, constituent la révolution optique de l'œuvre d'Ibn al-Haytham, telle qu'elle est décrite par Michel Imbert, selon les travaux de Roshdi Rashed.

Le point de départ d'Ibn al-Haytham est donc une réflexion sur les travaux de Ptolémée, d'abord en ce qui concerne l'astronomie, puis qui aboutit à une réforme de l'optique en proposant un nouveau concept de lumière. Mais ce qui est pour nous tout aussi remarquable, c'est la liste qu'Ibn al-Haytham dresse des conditions nécessaires pour qu'un objet soit visible, à savoir sa taille, son opacité, sa distance au sujet, son éclairage comme conditions pour former une image dans l'œil qui a la forme de l'objet. Pour lui, l'œil a pour fonction de recueillir cette forme et de la transmettre au cerveau par le nerf optique.

L'idée générale est donc juste, même si Ibn al-Haytham considère encore en suivant Galien que l'image se forme sur la surface réceptrice de la surface antérieure du cristallin. Les deux images des deux nerfs fusionnent, selon Ibn al-Haytham, dans le chiasma optique (Figure 1), pour rendre compte de la vision binoculaire, en permettant de transmettre dans la portion antérieure du cerveau la « forme » unique de l'objet telle qu'elle chemine dans le « nerf commun », c'est-à-dire après le chiasma optique. Ce concept de forme n'est plus alors à ce stade le concept de la forme de l'objet dans l'œil (l'organisation de l'objet telle qu'elle apparaît dans l'image visuelle), mais une perception de la forme de l'objet dans le cerveau dépendante des nerfs et donc d'une sensation. En distinguant la formation de l'image dans l'œil et la création d'une forme dans le cerveau, Ibn al-Haytham réalise une partition stricte entre ce qui relève (i) des propriétés géométriques de la propagation des rayons lumineux de l'objet jusqu'à l'œil, (ii) des conditions physiques de la formation de l'image dans l'œil de la cornée au nerf optique en passant par le cristallin, et (iii) de ce qui relève de processus mentaux dans le cerveau.

Par exemple, Ibn al-Haytham rompt avec Ptolémée qui considère que l'œil est capable d'évaluer la distance d'un objet isolé par une sensibilité aux longueurs des rayons visuels

<sup>7</sup>Une étude critique conduit à relativiser la dimension expérimentale des travaux d'Ibn al-Haytham en considérant que ses dispositifs instrumentaux, ne lui permettant pas des mesures précises, étaient en réalité moins révolutionnaires qu'on pourrait le croire par rapport aux pratiques de Ptolémée. Cependant, Ibn al-Haytham réalise par exemple des mesures de réfraction quantifiées (12).



**Figure 3 -** Page extraite du *Tanqih al-manazir li-dhawi al-absar wa-l-basa'ir* de Kamal al-Din al-Farisi (1267-1320), considéré comme une révision du Livre d'Optique d'Ibn al-Haytham, 1511. Copie de langue persane. The National Library of Israel.

atteignant l'objet. Or, Ibn al-Haytham s'est rendu compte, en utilisant une chambre noire, que deux objets identiques placés à des distances proches, mais différentes, produisent la même image sans qu'on puisse dire lequel est plus proche. Pour Ibn al-Haytham, la distance des objets ne peut nous être connue qu'en comparant les dimensions relatives d'objets dont la taille de l'un des deux nous est connue, selon un processus qui relève selon lui d'une inférence ou d'un jugement. Ici, Ibn al-Haytham, encore une fois, sépare ce qui relève de l'objet (l'image) et ce qui relève du sujet (jugement pour évaluer les distances). Concernant ces aspects et les expériences utilisant une chambre noire, Sabra et Rashed, et quelques rares auteurs avant eux, reconnaissent que cette partie de l'œuvre d'Ibn al-Haytham relève d'une psychologie expérimentale (même si les évaluations perceptives ne sont pas la plupart du temps quantifiées), avec une dimension physiologique complexe.

**Psychologie de la vision et physiologie cérébrale chez Ibn al-Haytham**

Dans son ouvrage, Michel Imbert insiste sur la révolution « cognitive » que représente le Livre d'Optique d'Ibn al-Haytham. Là encore, en historien et épistémologue, il convient de distinguer nettement dans les écrits d'Ibn al-Haytham ce qui relève de l'optique, d'une physiologie oculaire de la vision, d'une psychologie de la vision et d'une physiologie cérébrale de la vision. Les nuances sont parfois ténues et subtiles en raison du mélange des conceptions dans le texte et de la précision requise dans l'analyse terminologique. Michel Imbert propose par exemple que le schéma anatomique de l'œil d'Ibn al-Haytham soit volontairement simplifié, voire faux, et sûrement délibérément, car la face interne du

cristallin est considérée par Ibn al-Haytham au centre de l'œil pour simplifier le raisonnement. Cependant, il faut voir, semble-t-il, dans ce choix une simplification permettant des considérations géométriques sur la formation de l'image dans l'œil, selon des schémas dont Ibn al-Haytham crée les conventions et qui sont indispensables pour la compréhension intime de son œuvre, ainsi que le note l'historienne des neurosciences, Gül A. Russel. De sorte qu'on a en réalité affaire ici à un modèle optique de la formation de l'image dans l'œil.

À ce sujet, Gül A. Russell pense qu'Ibn al-Haytham aurait pu pousser plus loin ses analyses, comme l'a fait plus tard Kepler, en considérant que l'œil fonctionne en réalité comme une chambre noire, alors qu'Ibn al-Haytham utilisait un tel dispositif. Gül A. Russell pense que peut-être cette métaphore fut évidente pour Ibn al-Haytham même s'il ne l'explicita pas dans ses écrits. On pense de notre côté que le fait même qu'Ibn al-Haytham discute l'hypothèse, qu'il rejette ensuite, de la formation dans le cristallin d'une image inversée\*

comme dans une chambre noire, suggère que le mécanisme d'inversion dans l'œil était peut-être pensé comme identique à celui de la chambre noire, en accord avec sa théorie de propagation rectiligne des rayons lumineux. Ibn al-Haytham aurait pu également attribuer l'origine de l'inversion de l'image à la formation de l'image sur une surface convexe interne du cristallin, mais il semble préférer positionner l'image sur une surface concave du cristallin. De sorte que la discussion finalement rejetée de l'image inversée se formant dans l'œil semble suggérer que le modèle de la chambre noire pouvait représenter pour Ibn al-Haytham une hypothèse valable et sérieuse pour l'œil. En réalité, les spécialistes pensent qu'Ibn al-Haytham rejette l'hypothèse d'une image inversée dans l'œil, comme d'autres auteurs, parce qu'il leur semble qu'il est impensable pour Ibn al-Haytham que le cerveau reçoive une image du monde à analyser renversée, et aussi parce que les facultés de jugement des images commencent pour eux dans l'œil.

Ibn al-Haytham a donc conçu un modèle géométrique de physiologie oculaire, dans la tradition du IIe siècle de Ptolémée et de Galien, mais avec un concept de rayons lumineux

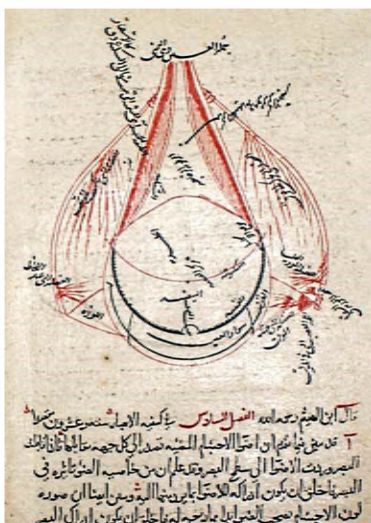
\* (11), Livre II, chap. 2, §6-7, p. 115-116. Un commentateur du XIVe siècle, Henri de Langenstein (1325-1397), reprendra l'hypothèse d'une double inversion de l'image dans l'œil. Smith (13) présente une interprétation des raisons pour lesquelles Ibn al-Haytham ne pouvait accepter une telle hypothèse. Selon lui, Ibn al-Haytham plaçait dans l'œil une faculté sensitive à travers les esprits visuels et les différentes parties sensibles (et pas seulement la face antérieure du cristallin). Par conséquent, pour Eastwood (14), Ibn al-Haytham réalise une distinction franche entre ce qui relève d'une sensation visuelle et l'analyse de cette sensation. Si la faculté sensitive débutait pour Ibn al-Haytham dans l'œil, elle ne pouvait porter à quelque stade que ce soit sur une image inversée.

# Histoire des Neurosciences

entrant dans l'œil pour y former une image transmise du cristallin au nerf optique, puis au cerveau par des esprits visuels<sup>9</sup>. Dans le détail, la théorie d'Ibn al-Haytham est beaucoup plus complexe concernant les différents stades de diffusion de l'image du cristallin dans le nerf optique, avec une subtilité des mécanismes toute spéculative, que l'on retrouve précédemment chez Galien.

Michel Imbert commente encore avec précision les réflexions d'Ibn al-Haytham sur la perception visuelle dans ses dimensions psychologiques et qui sont basées sur la distinction de 22 propriétés optiques dont deux seulement relèvent principalement des propriétés des objets et de la faculté de l'œil de les percevoir, la lumière et la couleur. Les autres relèvent de jugements, soit de processus cognitifs comme : (i) la distance des objets, (ii) leur position, (iii) leur corporité (i.e. volume), (iv) leur forme, (v) leur taille, (vi) continuité (avec d'autres objets) et (vii) discontinuité, (viii) leur nombre, (ix) leur mouvement ou (x) repos (immobilité), (xi) leur rugosité ou (xii) aspect lisse, (xiii) leur transparence ou (xiv) opacité, (xv) l'ombrage, (xvi) l'obscurité, (xvii) leur beauté ou (xviii) laideur, (xix) leur similarité (avec d'autres objets) ou (xx) leur différence.

Ibn al-Haytham nomme ces catégories psychologiques des *ma'ānī* ou qualités des objets, avec le terme de la traduction latine du XIIe siècle d'*intentiones visibiles* qui renvoie à la fonction psychique de perception de ces qualités, par une action destinée à rendre visible les objets. Pour Ibn al-Haytham, la fonction de discrimination de ces qualités requiert un jugement, par une faculté psychique particulière, une faculté dite discriminative, *virtus distinctiva* en latin, *al-quwwa al-mumayyiza* en arabe selon Sabra, c'est-à-dire une force ou une faculté psychique de la perception visuelle qu'on rencontre aussi chez Ptolémée. On est donc là dans une analyse fonctionnelle et donc une psychologie de la perception visuelle qui aboutit à des hypothèses de physiologie cérébrale, lorsqu'Ibn al-Haytham localise cette faculté à l'avant du cerveau, à côté des deux ventricules latéraux.



**Figure 4**  
Page traitant de la vision extraite du *Kitab Tanqih al-Manazir*, copie autographe de Kamal al-Din al-Hasan ibn Ali ibn al-Hasan al-Farisi (1267-1318), 1309, photo libre de droit, Wikicommons.

## Théories psychologiques de la vision chez Ibn al-Haytham

Michel Imbert et Gül A. Russel insistent tous deux sur la richesse des réflexions d'Ibn al-Haytham concernant les facultés discriminantes de la perception visuelle chez l'homme par des expériences de psychologie expérimentale avec ou sans chambre noire<sup>10</sup>. On a vu en particulier les réflexions d'Ibn al-Haytham concernant l'estimation de la distance des objets. Mais Ibn al-Haytham distingue aussi la vision proche ou « le coup d'œil » focalisé et attentif, et la vision périphérique, en suivant Ptolémée, et en considérant que la première vision se concentre sur les images formées à partir de rayons perpendiculaires au cristallin. Ibn al-Haytham a aussi des réflexions, comme l'historien des neurosciences Nick Wade les a soulignées dans son œuvre, sur la convergence et la fusion des images dans la vision binoculaire, un autre thème également abordé par Ptolémée, et sur la diplopie lorsque la fusion des images rétinienne fait défaut chez certains sujets. Michel Imbert souligne aussi que le principe d'Helmholtz dit de la « constance perceptive », selon lequel un objet est perçu de taille identique s'il est éloigné modérément, est un emprunt sans citation à Ibn al-Haytham presque mot pour mot<sup>11</sup>.

Ibn al-Haytham insiste encore sur la rapidité des processus de jugements perceptifs qui se manifestent parfois sans que l'on s'en rende compte. Ibn al-Haytham en déduit que ces jugements sont acquis par l'expérience et que le sujet discerne les objets par apprentissage en utilisant sa mémoire, de manière à pouvoir les réaliser très rapidement. Ibn al-Haytham considère encore que la forme des objets est mémorisée par ce qu'on qualifierait de « représentation », et que cette forme n'est pas directement apparente, mais déduite des sensations visuelles et reconnue. Il distingue alors, précise Michel Imbert, le processus de reconnaissance de la forme (par une sorte de raisonnement) et la conscience de la perception de la forme (le résultat du raisonnement) par l'analogie de la différence entre un syllogisme (un raisonnement) et sa conclusion (son résultat). On a là l'idée que la perception repose sur la logique autonome d'un acte mental dans une perspective cognitive.

A. I. Sabra, Michel Imbert et Gül A. Russel insistent également tous trois sur les deux concepts de forme que l'on a décrits plus haut dans l'œuvre d'Ibn al-Haytham. Gül A. Russel propose une interprétation qui va plus loin sur les liens possibles qui existeraient entre les deux. Comment l'organisation des points lumineux formant une image se transforme-t-elle dans le cerveau en une forme qui serait alors une configuration transmise par les nerfs et mémorisée dans le cerveau ? Gül A. Russel note que la physiologie cartésienne propose un mécanisme de reprojektion (son terme), point par point de l'image visuelle dans le cerveau, dans le cadre de la physiologie cérébrale de Descartes.

<sup>9</sup>(11) Livre I, chap. 5, §14, p. 84-85.

<sup>10</sup>On peut trouver les résumés des présentations orales de Gül A. Russel sur Ibn al-Haytham dans le *Journal of the History of the Neurosciences*.

<sup>11</sup>Ibn al-Haytham note cette constance de la perception pour des distances définies comme des « distances modérées » (11), Livre I, chap. 2, §25, p. 12.

Mais selon elle, le concept de re-projection est déjà présent chez Ibn al-Haytham en raison du fait qu'il voit une continuité fonctionnelle assurée par une transmission nerveuse entre l'image visuelle et la représentation (la forme mémorisée dans le cerveau)<sup>12</sup>. Gül A. Russell estime que cette perspective a pu être introduite par Ibn al-Haytham en raison de sa théorie de l'image visuelle en tant que configuration de points lumineux formée à partir des projections orthogonales à la cornée de points constituant l'objet considéré comme une configuration de sources de lumière accidentelle rendant l'objet visible. On peut en effet lire dans le livre I du Livre d'Optique d'Ibn al-Haytham : « La forme qui apparaît à la surface du cristallin s'étend dans le corps du cristallin et à travers le corps subtil dans le creux du nerf, avant qu'il n'atteigne le nerf commun ; lorsqu'elle y parvient la vision interviendra, et à partir de la forme qui apparaît dans le nerf commun, la dernière sensation [dans le cerveau] percevra la forme de l'objet »<sup>13</sup>.

Gül A. Russell démontre donc qu'Ibn al-Haytham rompt avec les concepts antérieurs de forme des textes grecs et de langue arabe qui n'en avaient ni une définition physique ni physiologique précises. Ibn al-Haytham construit donc un concept de représentation sur le modèle concret de l'image visuelle, comme le fera Descartes, même si elle demeure critiquable aujourd'hui par la découverte des mécanismes spécifiques d'encodage cérébral des images qui ne sont pas, ou pas seulement, point par point, mais vectoriels, ... On ajoute que ce concept de forme mentale ou de représentation qui se propage à l'intérieur d'un nerf est clairement une sensation pour Ibn al-Haytham, car elle se propage selon lui comme la sensation de la douleur par des nerfs et des filets nerveux<sup>14</sup>.

Ces dix dernières années, Gül A. Russell a entrepris d'étudier dans le détail bien d'autres aspects sous-estimés de l'œuvre d'Ibn al-Haytham sur la perception visuelle concernant la vision binoculaire, la vision périphérique ou la perception des couleurs. Elle insiste sur le fait qu'Ibn al-Haytham est le premier, semble-t-il, à s'intéresser à la psychologie expérimentale de la perception des couleurs des objets en considérant qu'il s'agit d'une qualité inhérente à l'objet<sup>15</sup>, tout en estimant que sa perception dépend de jugements. Devançant Galilée dans ses réflexions sur les contrastes visuels, Ibn al-Haytham réalise des expériences de contraste en expé-

rimentant sur les couleurs, et il conçoit des expériences de fusion de couleurs avec des disques tournants, en prenant en compte le paramètre de la vitesse de rotation, en suivant dans cette voie Ptolémée. Il s'intéresse aussi à la formation d'un disque lumineux par la rotation d'un bâton enflammé à son extrémité, à la perception des couleurs dans les images persistantes et à d'autres illusions visuelles comme celles que des générations d'enfants ont expérimentées au Palais de la découverte sans penser que certaines dataient du XI<sup>e</sup> siècle, et certaines même du II<sup>e</sup> siècle.

Michel Imbert et Gül A. Russell nous invitent donc à lire et à étudier les livres du Livre d'Optique d'Ibn al-Haytham, mais aussi les travaux de Roshdi Rashed, en utilisant la traduction anglaise de Sabra disponible en ligne. Chacun pourra ainsi se faire une idée du degré de réflexion de cet auteur du XI<sup>e</sup> siècle sur la faculté de voir les objets d'une manière compatible avec les réflexions actuelles sur les « habiletés visuo-cognitives » telles qu'elles sont étudiées par la cognition visuelle (15).

[jean-gael.barbara@sorbonne-universite.fr](mailto:jean-gael.barbara@sorbonne-universite.fr)

#### REMERCIEMENTS

L'auteur remercie Roshdi Rashed, Denis Bernard, Nick Wade et Gül A. Russell pour leurs discussions au sujet d'Ibn al-Haytham et encore Roshdi Rashed pour sa relecture du texte.

#### RÉFÉRENCES

- (1) D. Grmek. (1997). Le Chaudron de Médée : L'expérimentation sur le vivant dans l'Antiquité, Le Plessis-Robinson, Synthé-labo, Les Empêcheurs de penser en rond.
- (2) Gül A. Russell (2015) In Memoriam: A. I. Sabra (June 8, 1924-December 18, 2013). *J Hist Neurosci* 24, 193-198.
- (3) Athanase Papadopoulos. (2017). Roshdi Rashed, Historian of Greek and Arabic mathematics, hal-01653436.
- (4) Roshdi Rashed. (1968). Le « Discours de la lumière » d'Ibn al-Haytham (Alhazen). Traduction française critique. *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* 21, 197-224.
- (5) Mustafâ Nuzîf, (1942-1943). Al-Hasan ibn al-Haytham, Cairo. *Jāmi'at al-Q'ahirah. Kulliyat al-Handasah*, 2 volumes.
- (6) Roshdi Rashed. (1996-2006). Les Mathématiques infinitésimales du IX<sup>e</sup> au XI<sup>e</sup> siècle, 5 vol, London, al-Furqan Islamic Heritage Foundation.
- (7) Roshdi Rashed. (1999). Alhazen, un génie protéiforme au Moyen Âge. *Pour la science* 315.
- (8) Roshdi Rashed. (2016). Ibn al-Haytham's Scientific Research Programme. In Al-Amri M., El-Gomati M., Zubairy M. (eds), *Optics in Our Time*, Springer.
- (9) Albert Lejeune. (1946). Les Lois de la réflexion dans l'Optique de Ptolémée, *L'Antiquité Classique* 15, 241-256.
- (10) G.A. Winer, J. E. Cottrell, V. Gregg, J.S. Fournier, L.A. Bica. (2003). Do adults believe in visual emissions? *American Psychologist* 58, 495-496
- (11) A. I. Sabra. (1989). The Optics of Ibn al-Haytham. Books I-II-III: On Direct Vision. London, The Warburg Institute, University of London, édition Livre d'Optique, livres I-III en anglais.
- (12) A. Mark Smith. (2007). Le « De aspectibus » d'Alhazen : Révolutionnaire ou réformiste ? *Revue d'histoire des sciences* 60, 65-81.
- (13) A. Mark Smith. (1998). Ptolemy, Alhazen, and Kepler and the Problem of Optical Images, *Arabic Sciences and Philosophy* 8, 9-44, 27.
- (14) Bruce Eastwood. (1986). Alhazen, Leonardo, and late-medieval speculation on the inversion of images in the eye, *Annals of Science*, 43, 413-446.
- (15) Dominique Raynaud. (2003). Ibn al-Haytham sur la vision binoculaire : un précurseur de l'optique physiologique, *Arabic Sciences and Philosophy* 13, 79-99, halshs-00005585.

<sup>12</sup>Gül A. Russell ne cite pas de passage dans son résumé de conférence, mais on trouve cette idée chez Sabra (11), Livre II, chap. 2, §15, p. 119.

<sup>13</sup>(11), Livre I, chap. 6, §68, p. 84-85

<sup>14</sup>« On peut dire que les formes apparaissant dans les yeux n'atteignent pas le nerf commun [le nerf optique après le chiasma optique], mais plutôt que la sensation qui se produit dans les yeux s'étend au nerf commun de la même manière que la sensation de la douleur et des objets intangibles s'étendent, et lorsque la sensation atteint le nerf commun, la dernière sensation perçoit l'objet sensible », (11), Livre I, chap. 6, §80, p. 88.

<sup>15</sup>Ibn al-Haytham précise les propriétés des couleurs et donne la démonstration qu'elle est lumière : « De plus, nous observons que plusieurs des couleurs des corps opaques qui brillent avec une lumière accidentelle accompagnent les lumières qui irradient de ses objets, la forme de la couleur étant toujours observée comme identique à celle de la lumière » (11), Livre I, chap. 3, §113, p. 44.