

Contenu : approche historique de la conception de la vision. Modèle réduit de l'œil.

Compétences : porter un regard critique sur une conception de la vision à partir de l'étude d'un document. Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel

I – Étude de document : « Un peu d'histoire des sciences »

Pourquoi diable dit-on « jeter un coup d'œil » ou « foudroyer du regard » ? Ces expressions de la langue française rappellent une vieille controverse : « comment fonctionne la vision ? » Et quel est son « sens » : de l'œil à l'objet ou de l'objet à l'œil ?

La dispute scientifique remonte à l'Antiquité. En lice : deux théories, connues sous les noms d'intromission et d'émission. La première, assignant à l'œil un rôle passif, décrivait le phénomène de la vision par un quelque chose allant de l'objet à l'œil. La seconde, octroyant à l'œil un rôle plus actif, expliquait la vision par un quelque chose allant de l'œil à l'objet.

La nature du quelque chose restait mal définie, dans un cas comme dans l'autre. Pour les philosophes atomistes Démocrite (460-370 av. J.-C.) et Épicure (341-270 av. J.-C.), tous deux partisans de l'intromission, il s'agissait de simulacres, de fines enveloppes ou de minces effigies, les «eidola», qui se détachaient de la surface de l'objet et voltigeaient à la rencontre de l'observateur. Pour les mathématiciens Euclide (325-265 av. J.-C.) et Ptolémée (90-178 av. J.-C.), tenants de l'émission, des rayons visuels jaillissaient de la pupille pour partir à la rencontre de l'objet. Circulait également une théorie hybride, soutenue par Platon (428-347 av. J.-C.) dans son *Timée*, expliquant la vision par la rencontre des émanations issues de l'objet avec le feu du flux visuel.

Pour les partisans de l'émission, l'existence d'un feu oculaire était une croyance tenace, corroborée par l'observation de l'œil des félins, qui luisait dans l'obscurité, et par l'existence de sensations lumineuses surgissant dans l'œil à l'occasion d'un choc ou d'un traumatisme. En outre, la forme du globe oculaire, sphérique et non creuse, comme celle de l'oreille ou du nez, n'était-elle pas plus propice à l'émission qu'à la réception ?

Vision nocturne

À l'encontre de la thèse de l'émission, en revanche, s'inscrivait l'absence de vision nocturne. Un œil émetteur aurait dû être en mesure de remplir ses fonctions même dans l'obscurité. Et, à l'ouverture de la paupière, de discerner d'abord les objets proches et seulement ensuite les objets lointains. Comment expliquer, de surcroît, que l'œil humain pût être en mesure d'émettre son feu visuel jusqu'aux étoiles ? L'unité de fonctionnement des cinq sens plaidait aussi en faveur d'un œil récepteur. L'ouïe, le toucher, l'odorat et le goût s'expliquaient par une réaction à des stimuli externes. Le son partait à la rencontre de l'oreille, les parfums allaient au-devant du nez... Il n'y avait aucune raison que la vue échappât à la règle.

La mise en évidence du rôle de la lumière en tant qu'agent de la sensation visuelle allait émerger à la charnière du Xe et du XIe siècle, grâce au mathématicien, physicien et astronome arabe Al-Hasan Ibn al-Haytham (965-1039).

Né à Bassora, en Perse, Ibn al-Haytham avait gagné l'Égypte, mandaté par le calife pour résoudre le problème des crues du Nil. Devant l'échec de cette entreprise téméraire, incapable de construire ce qui serait un jour le barrage d'Assouan, Ibn al-Haytham était tombé en disgrâce. Craignant pour sa vie, il simula la folie et fut assigné à résidence pendant les dix années qui suivirent, jusqu'à la mort du calife, en 1021.

Récepteur de lumière

Ibn al-Haytham profita de sa captivité pour entreprendre des recherches qui lui tenaient à cœur, dans le domaine de l'optique notamment. Le savant musulman avait pris connaissance de l'héritage des anciens Grecs, recueilli par les érudits au contact de l'Empire romain d'Orient. Et ses réflexions l'amènèrent à condamner sans appel la théorie de l'émission, incapable de justifier que fixer le Soleil pût être plus traumatisant que de regarder un arbre. Comment l'œil aurait-il pu subir quelque lésion que ce fût si rien n'y pénétrait ? La sensation d'éblouissement ne faisait-elle pas plutôt pencher la balance en faveur d'un œil récepteur de la lumière ?

Convaincu du rôle clé de celle-ci dans la vision, Ibn al-Haytham en appela à l'expérience et, pour étayer ses intuitions, eut recours à la chambre obscure. Ce dispositif, lointain ancêtre de l'appareil photographique, consistait en une pièce sombre, close de toutes parts, et dans laquelle avait été ménagée une petite ouverture. À l'extérieur, face à l'ouverture, trois chandelles, disposées à différentes hauteurs. L'image de chacune des bougies se formait à un endroit différent de la pièce, dans l'axe de l'ouverture. La présence de poussières, en suspension dans l'air, mettait clairement en évidence la propagation rectiligne de la lumière. En outre, tout déplacement de l'une quelconque des bougies se traduisait par un déplacement concomitant de son image. Et l'image disparaissait dès que l'on masquait la chandelle mère. Fort de ces constatations, Ibn al-

Haytham transposa la situation à l'œil. Un objet devenait visible lorsqu'il émettait ou renvoyait de la lumière. Les différents points sources de l'objet dardaient des rayons lumineux, qui pénétraient dans l'œil par la pupille, selon des faisceaux en forme de cônes. Le cristallin, cette capsule située à l'avant de l'humeur vitrée du globe oculaire, recueillait la lumière.

Édité à Bâle, en 1572, sous le titre *Opticae thesaurus*, le traité d'optique d'Alhazen (le prénom latinisé d'Ibn al-Haytham, sous lequel il était connu en Europe occidentale) se trouva rapidement propulsé au rang d'ouvrage de référence. À la fois pour les peintres de la Renaissance, qui s'en inspirèrent dans leurs représentations en perspective, et pour les théoriciens de l'optique.

Ce fut grâce à l'un d'eux, l'astronome allemand Johannes Kepler (1571-1630), que la théorie de l'intromission allait marquer un point de plus, en 1604. Kepler, qui, à l'instar d'autres astronomes, utilisait la chambre obscure pour observer le Soleil, avait eu vent d'un stratagème pour améliorer la qualité des images. En plaçant un verre en forme de lentille devant l'ouverture, celles-ci devenaient et plus nettes et plus lumineuses. Kepler fit de même par le truchement d'un globe rempli d'eau. Grâce au calcul, il établit que, pour de petits angles, de l'ordre de quelques degrés, les rayons issus de chaque point du Soleil aboutissaient, après réfraction, non pas en des points différents mais en un point unique. La concentration de lumière après passage dans la lentille expliquait la qualité de l'image observée.

L'œil lui-même

Kepler saisit immédiatement la portée de sa découverte. Non seulement la réfraction expliquait le fonctionnement des verres correcteurs de la myopie et de la presbytie, venus d'Italie trois siècles auparavant, mais elle permettait de cerner le fonctionnement de l'œil lui-même.

La pupille remplaçait l'ouverture de la chambre obscure. Le cristallin, milieu transparent, dont l'opacité entraînait la cataracte, se substituait à la lentille. La rétine, enfin, sur laquelle s'imprimait l'image, tenait lieu d'écran et se révélait ainsi le véritable agent sensoriel. La convergence des rayons sur la rétine rendait en outre caduque l'hypothèse d'Ibn al-Haytham, qui privilégiait les rayons pénétrant dans l'œil à angle droit.

L'image rétinienne fut effectivement observée quelques années plus tard, en 1625, par le jésuite allemand Christoph Scheiner. Ce dernier avait pratiqué une petite ouverture au fond de l'œil d'un bovin mort, de manière à dégager la rétine. À travers cette ouverture il observa une image renversée des objets à l'entour. Expérience reprise et décrite « avec admiration » par le mathématicien, physicien et philosophe René Descartes (1596-1650) en 1637, dans sa *Dioptrique*.

Extrait de « Quand la vue change de sens » de Marie-Christine de La Souchère

La Recherche N°443 - 06/2010

En vous basant sur les conclusions de Al-Hasan Ibn al-Haytham, énoncez les **deux conditions de visibilité d'un objet**, puis complétez le **tableau joint**.

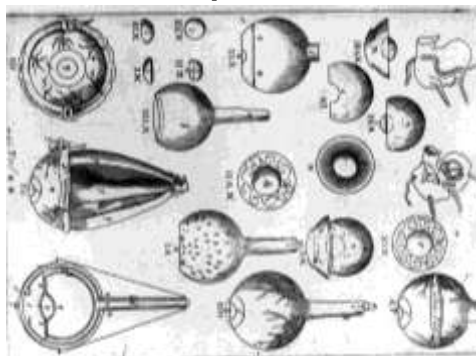
II - Quelle est l'anatomie « physicienne » de l'œil ?

Ci-dessous différentes représentations de l'anatomie de l'œil montrent l'évolution des connaissances à ce sujet :

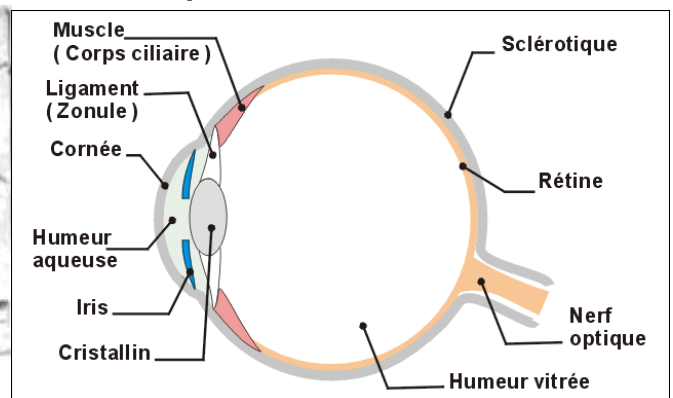
Johannes Kepler 1571-1630



Léonard de Vinci 1452-1519



Représentation actuelle



En observant ces représentations et en vous basant sur les conclusions de Johannes Kepler, retrouvez les **trois parties indispensables de l'œil** qui permettent de comprendre le phénomène de vision. Établissez une correspondance avec des **objets** qui pourraient les remplacer pour construire un **œil réduit** en optique. Proposez un **schéma** très simplifié de cet œil réduit.