

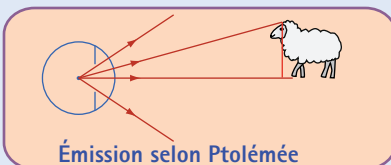
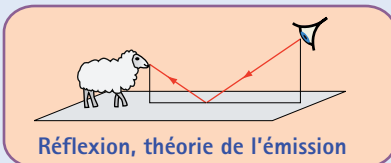
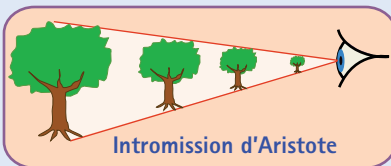


Ibn al-Haytham
965-1039

De 1015 à 1021, Ibn Al-Haytam (Alhazen en Occident) rédige son traité d'optique. Il remet en question les théories héritées de l'Antiquité grecque en ayant recours à l'observation et à l'expérimentation. Il développe une nouvelle théorie qui constitue une révolution dans la recherche de la connaissance scientifique, plus particulièrement en optique.

Ibn al-Haytam

L'œil et la lumière



Les théories héritées de l'Antiquité grecque sont l'intromission aristotélicienne et l'émission pythagoricienne. L'intromission est la théorie selon laquelle les objets envoient des simulacres qui permettent de les percevoir. Pour les pythagoriciens, c'est l'œil qui émet des rayons lumineux. Cette dernière théorie a été reprise par Euclide dans ses ouvrages *L'Optique* et *La Catoptrique*¹. Euclide considère que l'œil émet des rayons rectilignes, réflexibles et réfringibles et il utilise la géométrie pour expliquer différents phénomènes optiques. Par exemple, il utilise les triangles semblables afin d'expliquer le phénomène de la réflexion. Cette théorie a été reprise par Ptolémée qui a établi quelques tables de déviation du rayon visuel brisé (réfraction) mais n'a pu développer une loi générale de la réfraction. Le postulat des rayons lumineux émis par l'œil l'empêche de développer une science optique cohérente et de réfléchir à la question de la formation des images dans l'œil.

Pour Alhazen, ces deux théories sont contradictoires et ne peuvent donc être vraies toutes les deux. Il considère les possibilités restantes, soit l'une est vraie et l'autre est fausse ou toutes les deux

sont fausses. Il a alors recours à l'observation pour critiquer ces deux théories. Il remarque tout d'abord que l'œil ne peut émettre la lumière car on pourrait voir la nuit. Il remarque également que ce ne sont pas des simulacres des objets qui pénètrent dans l'œil mais la lumière. En effet, si on fixe une lumière intense on est porté à fermer les yeux pour se protéger. De plus, si dans une chambre obscure, on fixe une chandelle et qu'après un certain temps on l'éteint brusquement, l'œil demeure impressionné pendant un certain temps par la lumière qu'il a perçue.

Alhazen en vient donc à la conclusion que c'est la lumière qui pénètre dans l'œil, c'est ce qu'il soutient dans son *Traité d'optique*. La lumière peut provenir du Soleil, d'un feu ou d'une bougie et tous les objets reflètent la lumière dans toutes les directions. Lorsqu'un rayon de lumière entre dans l'œil selon un angle de 90°, on perçoit l'objet reflétant ce rayon. Alhazen a compris que la lumière du Soleil est diffusée par les objets et entre dans l'œil. En inversant le sens des rayons lumineux, il soulève la question de la formation des images. Cette question était sans objet dans la théorie de l'émission puisque le rayon visuel était supposé sortir de l'œil pour aller « détecter » l'objet. Elle était sans objet aussi

1. La catoptrique est la partie de l'optique géométrique qui s'intéresse aux problèmes de réflexion sur des miroirs.

dans la théorie de l'intromission puisque l'objet transmettait à l'œil une image de lui-même.

Alhazen a ainsi été un des premiers physiciens à étudier la lumière comme phénomène indépendant de la vision et à s'interroger sur la formation des images perçues et sur la structure anatomique de l'œil.



Intromission selon Alhazen

Propagation de la lumière

Alhazen soutient que dans un milieu homogène, les rayons lumineux émis par une source lumineuse ponctuelle se propagent en ligne droite le long des rayons d'une sphère centrée à la source. Cette conviction vient de l'observation de la trace laissée sur la poussière ambiante par un rayon lumineux pénétrant dans une chambre obscure par une petite ouverture. Il vérifie à l'aide d'une corde tendue de l'ouverture à la tache lumineuse sur le sol que ce rayon est bien rectiligne. Il développe ensuite d'autres expériences pour démontrer ce comportement rectiligne, telle celle d'observer à travers un tube la flamme d'une bougie que l'on déplace, ce qui permet de constater que tous les points de la flamme émettent de la lumière. Il réalise également une expérience consistant à observer la lumière émise par plusieurs bougies, chacune placée près d'un petit orifice à l'extérieur d'une chambre obscure. Il observe que la lumière ne se mélange pas pour éclairer toute la chambre, mais que la lumière de chaque source fait une tache éclairée sur le mur opposé à l'ouverture. De plus, en masquant un des orifices, la tache lumineuse sur le mur opposé disparaît.

Réflexion

Dans ses travaux sur la réflexion de la lumière, Alhasen montre que le rayon incident et le rayon réfléchi sont dans un même plan perpendiculaire au miroir.

L'attention n'est plus sur la surface réfléchissante, elle est portée sur le plan formé par le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale à la surface réfléchissante. Cette approche permet la généralisation des lois de la réfraction aux surfaces courbes et d'établir la relation entre l'angle d'incidence et l'angle de réflexion.

Réfraction

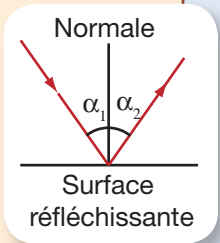
Selon Alhazen, la réfraction de la lumière est causée par un ralentissement ou une accélération de la lumière dans son déplacement. Dans un milieu plus dense la lumière voyage plus lentement que dans un milieu moins dense. Il démontre que le rayon incident, la normale au point de réfraction et le rayon réfracté sont dans un même plan. Il trouve aussi le rapport entre l'angle d'incidence et l'angle de réfraction, rapport qui est toujours le même lorsque c'est la même matière que l'on réfracte le rayon. En se basant sur les travaux d'Alhasen, le physicien et mathématicien perse Kamal al-Din al-Farisi (1267-1319) a établi un tableau numérique de la réfraction de la lumière passant d'un milieu à un autre.

En astronomie, Alhasen a cherché à mesurer la hauteur de l'atmosphère en montrant que le phénomène de réfraction (lumière au lever et au coucher du Soleil sans voir le Soleil) est dû à la réfraction : les rayons du Soleil doivent former un angle inférieur avec l'atmosphère. Il a également été le premier à expliquer que c'est à cause de la réfraction que les étoiles et la Lune semblent plus grosses lorsqu'elles sont proches de l'horizon.

Formulation moderne des lois

Lois de la réflexion

1. Le rayon réfléchi est situé dans le plan d'incidence formé par le rayon incident et la normale à la surface réfléchissante au point de réflexion.
2. L'angle que fait le rayon réfléchi avec la normale est égal à l'angle que fait le rayon incident avec cette même normale.



Lois de la réfraction

1. Le rayon réfracté est situé dans le plan d'incidence formé par le rayon incident et la normale à la surface séparant les deux milieux. Cette surface est appelée **dioptre**.
2. La deuxième loi a été décrite de diverses façons plus ou moins équivalentes à

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_1}{n_2},$$

où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction, α_1 et α_2 sont les angles d'incidence et de réfraction.

