

Ibn al-Haytham, précurseur de la science moderne¹ ?

Jean Pestieau²

Introduction : pour situer ibn al-Haytham

Ibn al-Haytham³ est né en 965 à Bassora dans l'actuel Irak, où il reçut une éducation qu'il compléta dans la ville de Bagdad. À l'époque, Bassora était sous le contrôle de la Perse.

Ibn al-Haytham commença sa carrière de scientifique dans sa ville natale de Bassora. Il fut invité par le calife Hakim qui voulait maîtriser les inondations du Nil qui frappaient l'Égypte année après année. Après avoir mené une expédition en plein désert pour remonter jusqu'à la source du Nil, ibn al-Haytham se rendit compte que ce projet était pratiquement impossible. De retour au Caire, il craignit que le calife, furieux de son échec, ne se vengeât et il décida donc de feindre la folie. Le calife se borna à l'assigner à résidence.

Al-Haytham profita de ce loisir forcé pour écrire plusieurs livres sur des sujets variés comme l'astronomie, la médecine, les mathématiques, la méthode scientifique et surtout l'optique. Le nombre exact de ses écrits n'est pas connu avec certitude mais on parle d'un nombre entre 80 et 200. Peu de ces ouvrages ont survécu jusqu'à nos jours. Quelques-uns d'entre eux, ceux sur la cosmologie et ses traités sur l'optique notamment, n'ont survécu que grâce à leur traduction latine. Après la mort du calife Hakim, en 1021, al-Haytham cessa de feindre la folie et put sortir de sa résidence. Il en profita pour entreprendre quelques voyages, notamment à Al-Andalus (Espagne). Il décéda en 1039 au Caire⁴.

À l'origine de la recherche scientifique

Il est important de comprendre l'originalité d'Ibn al-Haytham qui introduisit la méthode scientifique. Dans son livre *À l'écoute du vivant*, Christian de Duve (prix Nobel de médecine 1974) expliquait le lien entre activités humaines ordinaires et recherche scientifique :

« Historiquement, la recherche de la connaissance a longtemps été précédée par des préoccupations purement pratiques. De nombreux progrès techniques ont été réalisés empiriquement, sans le bénéfice de connaissances préalables. [...] Souvent, le succès est venu avant la compréhension. Ainsi, la thermodynamique a été développée pour expliquer la transformation de la chaleur en travail — d'où son nom — longtemps après que des machines à vapeur eurent commencé à pomper de l'eau, propulser des bateaux et tirer des trains.

De ces racines empiriques, utilitaires, est née, avec le temps, une nouvelle forme d'exploration de l'inconnu, qui est devenue la science moderne. Motivée, comme les philosophies du passé, par le seul désir de comprendre, la démarche scientifique s'est avérée immensément plus puissante, grâce à une stratégie fondée uniquement sur l'observation et l'expérimentation, guidée certes par la réflexion et le raisonnement mais libérée de tout dogme ou idée préconçue (du moins en principe)⁵. »

1 Conférence du soir à l'[Université marxiste](#) d'été de l'Institut d'études marxistes, Waterloo, 22 août 2015.

2 Professeur émérite de physique, UCL ; attaché à l'[Institut d'études marxistes](#), Bruxelles, jean.pestieau@gmail.com.

3 Connu en Occident comme Alhazen ou Alhacen, son nom complet est Abū 'Alī al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haytham.

4 Loze-Dion éditeur, « Ibn al-Haytham », www.lozedion.com/wp-content/uploads/2013/09/Alhazen01.pdf ; « Alhazen », fr.wikipedia.org/wiki/Alhazen.

5 Éditions Odile Jacob, Paris, 2002, p. 232. Cité par Jean Pestieau, « In memoriam Christian de Duve : Comprendre la vie pour avancer », *Solidaire*, 8 mai 2013, [http://rail.ptb.be/index.php?id=2480&tx_ttnews\[tt_news\]=34680&cHash=8e6487a4r2aceadf09c438e05919e99ea](http://rail.ptb.be/index.php?id=2480&tx_ttnews[tt_news]=34680&cHash=8e6487a4r2aceadf09c438e05919e99ea) ; aussi *Revue des questions scientifiques*, 2014, 185(2) : 271-274, <http://www.unamur.be/sciences/philosoc/revueqs/textes-en-ligne/rqs-185-2et3->

Sur l'évolution des sciences de la nature.

Ce que signifient et visent les sciences de la nature a évolué au cours du temps. Nous apprenons des choses nouvelles et en même temps nous apprenons à apprendre. C'est une des marques importantes qui fait ce que nous sommes.

La science est une, universelle, issue de la pratique en dialogue avec la raison. Il n'y a pas de science occidentale, indienne, européenne, chinoise, arabe, musulmane, maya, etc. Il y a une lutte millénaire pour penser et parler vrai qui traverse le genre humain. Suivant les époques, les sciences naturelles et les mathématiques ont été pratiquées, de manière variée, dans différents endroits de la planète et ont été transmises d'une région à l'autre : Mésopotamie, Égypte, Chine, Inde, bassin méditerranéen (Grèce, Égypte, Sicile, Asie mineure...), Perse, monde arabe, Europe, États-Unis, etc. ; mondialisation : organisations internationales comme le CERN, European Southern Observatory (Chili), utilisation du web et des grids pour la coordination de recherches collectives à l'échelle planétaire, etc.

Optique⁶ et méthode scientifique

L'optique⁷ est la branche de la physique qui traite de la lumière et de ses propriétés, du rayonnement électromagnétique, de la vision ainsi que les systèmes utilisant ou émettant de la lumière. Ses propriétés recouvrent le domaine des ondes radio, micro-ondes, des rayons X et des radiations électromagnétiques⁸.

Historiquement, l'optique apparaît dès l'Antiquité, puis est développée par les érudits musulmans dont des Perses. Elle est d'abord géométrique. Ibn al-Haytham (965-1039), scientifique perse, ayant longtemps vécu au Caire, peut être considéré comme un des grands initiateurs de l'optique moderne, de la physique expérimentale et de la méthode scientifique. Une traduction latine d'une partie de ses travaux, le *Traité d'optique*, a exercé une grande influence sur la science à la Renaissance.

Cette année 2015, à l'occasion du millième anniversaire du *Traité d'optique*, a été proclamée « année internationale de la lumière et des techniques utilisant la lumière » par l'Assemblée générale des Nations unies⁹ en décembre 2013.

L'optique géométrique introduite par Ibn al-Haytham s'est développée sur la base d'observations simples et de lois empiriques :

- la propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène et isotrope ;
- le principe du retour inverse qui exprime la réciprocité du trajet lumineux entre source et destination ;
- les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction de la lumière. À noter que la loi de la réfraction est formulée d'abord par Ibn Sahl en 983 à Bagdad.

[comprendre.](#)

6 « Traité d'optique », https://fr.wikipedia.org/wiki/Trait%C3%A9_d'optique.

7 « Optique », <https://fr.wikipedia.org/wiki/Optique>.

8 Jean-Pierre Kerckhofs et Jean Pestieau, « Les fondements de la matière et de la lumière », *Études marxistes* 97(2012), <http://www.marx.be/fr/content/%C3%A9tudes-marxistes?action=select&id=95> ; Jean-Pierre Kerckhofs et Jean Pestieau, « De la physique de Newton (16^e siècle) à la physique quantique du 21^e siècle », *Revue des questions scientifiques*, 2012, 183(2-3) : 231-252 ; Jean Pestieau et Jean-Pierre Kerckhofs, « La matière illuminée », <http://www.skolo.org/spip.php?article1378>.

9 Exposition « Ibn al-Haytham : contributions à l'âge d'or islamique des sciences » au siège central de l'UNESCO à Paris, du 14 au 25 septembre 2015 <http://fr.unesco.org/events/exposition-ibn-al-haytham-contributions-age-islamique-sciences#sthash.89Z15EIG.dpuf> ; symposium « International Conference on Ibn Al Haytham & Challenges for the Future » les 14 et 15 septembre, <http://www.light2015.org/Home/About/Latest-News/August2015/International-Conference-on-Ibn-Al-Haytham---Challenges-for-the-Future-to-be-held-at-UNESCO-HQ.html> ; « Ibn Al-Haytham and the Legacy of Arabic Optics », <http://www.light2015.org/Home/ScienceStories/1000-Years-of-Arabic-Optics.html>.

La résolution des problèmes se fait à l'aide de constructions géométriques (tracés de droites matérialisant les rayons, calculs d'angles), d'où le nom d'optique géométrique.

Recherches d'Ibn al-Haytham

La plupart de ses recherches concernaient l'optique géométrique et physiologique.

— Il a été le premier à expliquer pourquoi le Soleil et la Lune semblent plus gros lorsqu'ils sont proches de l'horizon

— Il établit que la lumière de la Lune vient du Soleil.

— Il a contredit Ptolémée sur le fait que l'œil émettrait de la lumière. Selon lui, si l'œil était conçu de cette façon, on pourrait voir la nuit. Il a compris que la lumière du Soleil était diffusée par les objets et entrait ensuite dans l'œil.

— Il a également énoncé une théorie à propos du jugement et de la reconnaissance des objets. Il remarque que l'on ne reconnaît que les objets que l'on connaît, et que l'image d'un objet persiste quelque temps après qu'on a fermé les yeux. La reconnaissance est donc basée sur la mémoire et n'est pas qu'une simple sensation. Elle est liée au jugement, car on ne reconnaît pas les objets qui nous sont inconnus.

— Il a aussi étudié la mécanique du mouvement et dit qu'un objet en mouvement continue de bouger aussi longtemps qu'aucune force ne l'arrête. Le principe d'inertie sera énoncé par Galilée et sera formulé de façon rigoureuse par Isaac Newton dans la première loi de la mécanique.

— Il a tenté de mesurer la hauteur de l'atmosphère et a trouvé que le phénomène de l'aurore et du crépuscule (lumière au lever et au coucher du Soleil sans voir le Soleil) est dû à un phénomène de réfraction dans l'atmosphère.

Ibn al-Haytham a écrit plusieurs ouvrages sur l'optique. Son *Traité d'optique*, qu'il mit six ans à écrire (1015-1021), a été traduit en latin en 1270. Il y prouve scientifiquement la théorie de l'intromission d'Aristote selon laquelle la lumière entre dans l'œil. Il prouve que tous les objets reflètent la lumière dans toutes les directions, mais c'est lorsqu'un rayon entre en collision (autour de 90°) avec l'œil qu'on verra l'objet reflétant le rayon.

Ibn al-Haytham affirme que l'œil pouvait percevoir la forme, la couleur, la transparence ainsi que le mouvement de quelque chose. Il prouva également, en utilisant la méthode expérimentale, que les deux yeux perçoivent effectivement deux images même si on n'en voit qu'une.

Selon lui 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 selon Ibn al-Haytham. Il trouve aussi un rapport entre l'angle d'incidence et l'angle de réfraction mais ce rapport n'est constant que lorsque c'est la même matière qui réfracte le rayon. Il fait beaucoup de ses travaux dans une chambre noire dont on lui doit l'invention.

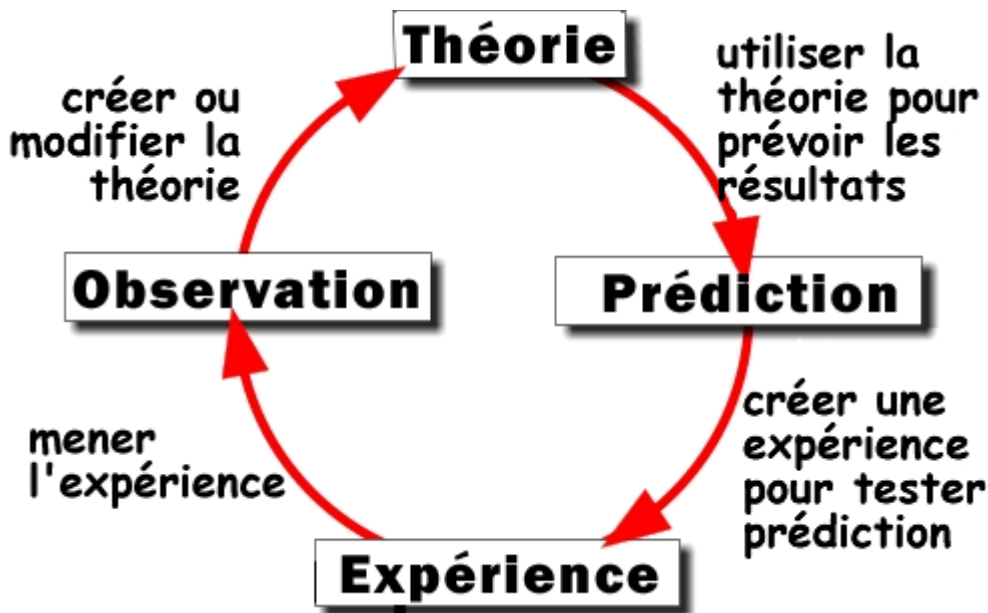
La première mention d'une loupe, c'est-à-dire une lentille convexe formant une image agrandie, remonte au *Traité d'Optique*. Ibn al-Haytham décrit sa loupe comme suit :

« Si un objet est observé à travers un milieu dense sphérique dont la surface courbe est tournée vers l'œil et se situe entre l'œil et le centre de la sphère, l'objet apparaît grossi. »

Méthode scientifique

Ibn al-Haytham précède de plusieurs siècles les scientifiques de la Renaissance. Il critique la démarche de construction de la connaissance d'Aristote. Cette démarche est basée sur le syllogisme et vise à déduire les connaissances à partir d'axiomes. Il juge que pour rechercher la vérité, il faut

d'abord avoir recours à l'observation, à l'induction, à la formulation d'hypothèses que l'on peut vérifier expérimentalement. Il réalise lui-même plusieurs observations et expériences qu'il décrit en détail. Ces expériences sont donc facilement reproductibles par quiconque veut vérifier les thèses d'al-Haytham.



Il est un des premiers à se servir de la méthode scientifique qui peut être synthétisée comme suit :

1. Observation plus ou moins précise, plus éléments théoriques existants.
2. Définition du problème.
3. Formulation d'une hypothèse.
4. Vérification de l'hypothèse au moyen de l'expérimentation.
5. Analyse du résultat des expériences.
6. Interprétation des données et formulation des conclusions (en améliorant ou changeant la théorie et en utilisant les mathématiques).
7. Publication des résultats.

L'un des aspects associés aux recherches en optique d'Ibn al-Haytham est le recours systématique à une méthodologie d'expérimentation et aux essais contrôlés dans ses investigations scientifiques. En outre, ses méthodes expérimentales reposent sur la combinaison de la physique avec les mathématiques (géométrie). Cette approche mathématique et physique de la science expérimentale a sous-tendu la plupart des propositions du *Kitab al Manazir (Traité d'optique)* et a constitué le fondement de ses théories sur la vision, la lumière et la couleur, ainsi que de ses recherches en optique géométrique. Son héritage a également été enrichi par la « réforme » de son *Traité d'optique* par Kamāl al-Dīn al-Fārisī († ca. 1320) dans son *Tanqih Kitab al-Manazir* (la révision du *Traité d'optique* d'Ibn al-Haytham).

Ibn al-Haytham dans le texte

Il affirme que ses recherches et ses investigations sur la lumière seront basées sur l'expérimentation et les preuves plutôt que sur la théorie abstraite et il décrit l'approche systématique qu'il utilisera pour résoudre le problème de la vision dans ses études sur l'optique. Il décrit son approche expérimentale dans l'introduction du *Traité d'optique* (sept livres) comme suit :

« Nous devons distinguer les propriétés des éléments et recueillir par induction¹⁰ ce qui a trait à l'œil au moment de la vision et ce qui est lié à une sensation uniforme, immuable, manifeste et non sujette au doute. Ensuite nous devons progresser dans notre enquête et notre raisonnement, progressivement et méthodiquement, en critiquant les postulats initiaux et en avançant avec prudence vers les conclusions ; notre objectif dans tout ce que nous faisons doit être l'objet d'une inspection et d'un examen rigoureux, en évitant de suivre les préjugés et en prenant soin dans tout ce que nous jugeons et critiquons de ne pas perdre de vue que nous cherchons la vérité et de ne pas nous laisser influencer par une opinion préconçue. »

Il a apporté la première explication correcte de la manière dont la vision est perçue par les rayons de lumière voyageant en ligne droite d'un objet à l'œil :

« Les lignes droites [existent entre] la surface de l'œil [et] chaque point de la surface d'un objet. Une étude expérimentale de ce fait peut être facilement réalisée avec l'aide de règles et de tubes. [...] Si... on obture une partie de l'ouverture, seule sera masquée la partie de l'objet... qui se trouve sur une ligne droite entre l'œil et le corps observé, la rectitude étant vérifiée par la rectitude de la règle et du tube, [...] Il résulte de cette expérience, avec une évidence qui dissipe le doute, que l'œil ne perçoit pas comme visible tout objet situé dans la même ambiance, cette perception ne peut se réaliser uniquement que par la réflexion de la lumière et en suivant des lignes droites qu'on peut prolonger par l'imagination entre la surface de l'objet et la surface de l'œil. La vue ne perçoit aucun objet sauf s'il existe un peu de lumière provenant de l'objet, soit que l'objet soit lui-même lumineux soit qu'il soit éclairé par la lumière rayonnant d'un autre objet. »

Il est un excellent vulgarisateur :

« Comment la lumière voyage-t-elle à travers les corps transparents ? La lumière traverse les milieux transparents en ligne droite seulement. [...] Nous l'avons expliqué de manière exhaustive dans notre *Traité d'optique*. Mais permettez-nous maintenant de mentionner quelque chose pour le prouver de manière convaincante : le fait que la lumière voyage en ligne droite est clairement observé lorsque la lumière entre dans une salle sombre à travers des trous. [...] le trajet de la lumière sera clairement observable grâce à la poussière en suspension dans l'air. »

La conjecture selon laquelle la lumière voyage à travers les corps transparents en ligne droite seulement, a été vérifiée par ibn al-Haytham au bout de plusieurs années d'efforts. La démonstration de sa conjecture consistait à placer un bâton ou un fil tendu directement à côté du faisceau lumineux, pour prouver que la lumière voyage en ligne droite.

Dans le Livre I, ibn al-Haytham commence par une introduction sur les deux doctrines de la vision qui dominaient auparavant la pensée antique sur l'optique : la théorie de l'intromission des partisans de la philosophie naturelle (Aristote et ses disciples) selon laquelle la vision est assurée par une forme en provenance de l'objet observé et dirigée vers l'œil, et la théorie des émissions des mathématiciens (comme Euclide, Ptolémée et Al-Kindi) selon laquelle la vision est assurée par un rayon émis à partir de l'œil vers l'objet visible.

« Ces deux théories semblent diverger et se contredire l'une l'autre si elles sont prises au pied de la lettre. Cependant, si l'on examine chacune des deux différentes doctrines, il existe deux hypothèses, soit l'une d'entre elle est vraie et l'autre fausse, soit elles sont toutes les deux fausses, la vérité étant à rechercher dans une théorie qui n'est aucune des deux, ou encore toutes les deux peuvent conduire à une autre

10 Induction : généralisation d'observations ou de raisonnements établis à partir de cas particuliers.

doctrine qui serait la bonne [...] Cela étant le cas... et parce que la manière dont fonctionne la vision n'a pas été vérifiée, nous avons cru approprié de porter toute notre attention sur ce sujet et de nous appliquer sérieusement à l'examiner, et de nous enquérir avec diligence de sa nature. »

Ibn al-Haytham a également été le premier à étudier les fonctions cognitives, le processus de la lecture, en donnant les premières descriptions sur le rôle de la perception dans la compréhension de la langue écrite. Par exemple, il a écrit l'observation suivante sur la double nature de la reconnaissance des mots :

« Quand une personne alphabétisée regarde le mot abjad (blanc) écrit sur un papier, elle le perçoit immédiatement comme abjad [un mot de l'alphabet arabe] en raison de la reconnaissance de la forme du mot. Ainsi, de sa perception que le "a" et le "d" en dernier, ou de sa perception de la configuration de l'ensemble, il perçoit qu'il est abjad. De même, quand il voit écrit le nom d'Allah, loué soit son nom, il perçoit par la reconnaissance, au moment où il le voit, que c'est le nom d'Allah. Et il en est ainsi avec tous les mots écrits et connus qui sont apparus à plusieurs reprises sous nos yeux : une personne sachant lire et écrire perçoit immédiatement le mot par la reconnaissance de sa forme sans avoir besoin de déchiffrer les lettres une par une. Le cas est différent quand une personne sachant lire et écrire remarque un mot étrange qu'elle n'a pas rencontré auparavant, ni ce mot ni un mot similaire, et qu'elle n'a pas déjà lu. Car elle comprendra ce mot seulement après avoir déchiffré ses lettres une par une et compris leur signification, avant de percevoir le sens du mot. »

D'Ibn al-Haytham à nos jours, la méthode scientifique a toujours mis l'accent sur la recherche de la vérité :

« La vérité est recherchée pour elle-même. Et ceux qui sont engagés dans une quête du savoir par goût de la vérité ne sont pas intéressés par autre chose. La recherche de la vérité est difficile et la route qui y conduit est ardue »

Ibn al-Haytham décrit sa recherche de la vérité et le savoir comme un moyen de se rapprocher de Dieu :

« J'ai constamment recherché la connaissance et la vérité, et il est devenu ma conviction que, pour avoir accès à la félicité et à la proximité de Dieu, il n'existe pas de meilleur moyen que celui de la recherche de la vérité et de la connaissance. »

Sur la physique d'aujourd'hui, continutrice d'Ibn al-Haytham

Abdul Salam (1926-1996, prix Nobel de physique 1979) :

« Scientific thought and its creation is the common and shared heritage of mankind. The creation of Physics is the shared heritage of all mankind. East and West, North and South have equally participated in it. In this respect, the history of science, like the history of all civilization, has gone through cycles. From time immemorial, man has desired to comprehend the complexity of nature in terms of as few elementary concepts as possible. Soon I knew the craft of experimental physics was beyond me — it was the sublime quality of patience — patience in accumulating data, patience with recalcitrant equipment — which I sadly lacked. »

La physique contemporaine unifie non seulement les deux notions : matière et lumière, mais aussi cette unification s'est faite en étendant à la connaissance de la matière — les corps, corpuscules

massifs — ce qui a été appris de la lumière et non l'inverse. Comme l'écrit Frank Wilczek (prix Nobel de physique 2004) :

« L'ancien contraste entre la Lumière céleste et la Matière terrestre a été transcendé dans la physique moderne. Il y a une seule chose, et ça ressemble plus à l'idée traditionnelle de la lumière qu'à l'idée traditionnelle de la matière¹¹. »

Steven Weinberg (prix Nobel de physique 1979) :

« Je pense que je sais pourquoi ces lois [de Newton] ont pris la forme qu'elles ont prise. C'est, très simplement, parce que, dans une très bonne approximation le monde obéit réellement aux lois de Newton¹². »

« Ainsi, le monde agit sur nous comme une machine à enseigner, renforçant nos bonnes idées avec des moments de satisfaction. Après des siècles, nous apprenons quelles sortes de compréhension sont possibles, et comment les trouver. Nous n'apprenons pas à nous préoccuper de la finalité, parce qu'un tel souci ne mène jamais à ce genre de plaisirs que nous cherchons. Nous apprenons à abandonner la quête de certitudes, car les explications qui nous rendent heureux ne sont jamais certaines. Nous apprenons à faire des expériences sans nous soucier de l'artificialité de nos arrangements. Nous développons un sens esthétique qui nous donne des indices à propos de quoi les théories vont marcher, et qui ajoute à notre plaisir quand cela marche. Notre compréhension s'accumule. Elle est non planifiée et imprévisible, mais cela mène à une connaissance fiable, et nous donne la joie le long du chemin¹³. »

Annexe

La chambre noire est un instrument optique, capable de « dessiner » avec la lumière, sur le papier, non seulement les différentes valeurs du clair-obscur d'une surface illuminée, mais également les différentes nuances des couleurs. À la fin du 10^e siècle, on connaissait déjà le phénomène de la chambre noire, puisqu'il avait été parfaitement décrit par ibn al-Haytham qui appliqua le principe de la chambre noire pour expliquer la formation de l'image visuelle dans l'œil.

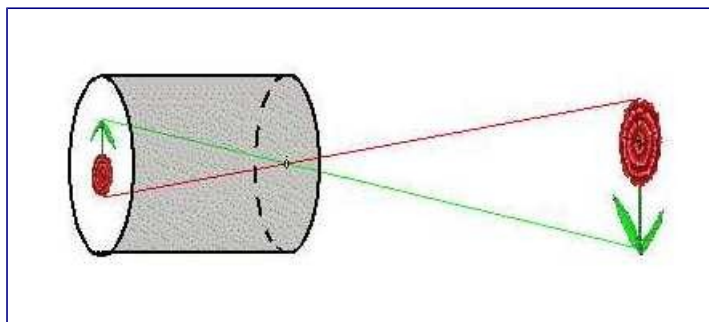


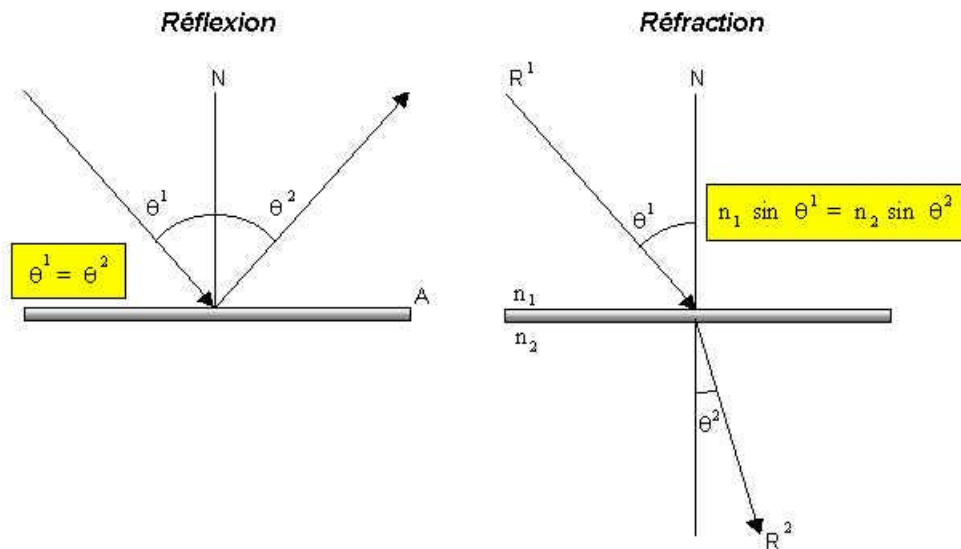
Schéma de la loi de la réflexion : les faisceaux incidents et réfléchis forment avec la normale le même angle, qu'il faut orienter correctement.

Schéma de la réfraction : le faisceau incident est dévié selon la loi dite de Snell-Descartes.

11 Frank Wilczek, *The Lightness of Being : Mass, Ether, and the Unification of Forces*, Basic Books, 2008.

12 Steven Weinberg, *To explain the World : The Discovery of Modern Science* [expliquer le monde : la découverte de la science moderne], Allen Lane, 2015, p. 254.

13 *Idem*, p. 255.



« La vérité est fille du temps, pas de l'autorité. Notre ignorance est infinie : entamons-la d'un millimètre cube ! Pourquoi vouloir maintenant être encore plus savants quand nous pouvons enfin être un peu moins bêtes ! J'ai eu la chance inimaginable que me tombe sous la main un nouvel instrument avec lequel on peut observer d'un peu plus près, pas de beaucoup plus près, un petit coin de l'univers. Servez-vous-en¹⁴. »

14 Galilée selon Bertolt Brecht, *La Vie de Galilée*. Brecht emprunte la première phrase, sur la vérité, à Francis Bacon.