

Les "dialogues sur les manières dont se fait la vision" : genèse d'une saynète didactique d'inspiration historique

de Hosson, Cécile⁽¹⁾

⁽¹⁾Laboratoire de Didactique André Revuz (EA 4434), Universités Paris Diderot, Paris Est-Créteil, Rouen, Artois, Cergy-Pontoise - France

Résumé : L'utilisation d'une controverse historique peut constituer un outil d'apprentissage performant, en particulier lorsque la théorie à enseigner peine à s'illustrer expérimentalement. À cause de leur difficulté conceptuelle, les théories de la vision font sans doute partie de ces théories-là. Cet article présente les raisons qui nous ont conduites à élaborer un outil d'apprentissage particulier : des dialogues construits à partir d'une controverse historique, celle du « sens de la vue ». Cette controverse opposa pendant des siècles les partisans des théories de l'émission (qui affirment que quelque chose sort de l'œil), et les partisans des théories de l'intromission qui, à l'inverse, soutiennent que quelque chose entre dans l'œil. L'utilisation de la forme littéraire dialoguée peut constituer un moyen supplémentaire d'apprentissage du mécanisme de la vision.

Mots-clés : dialogue, histoire des sciences, vision, conceptions initiales, reconstruction didactique

Introduction : le rôle de la lumière dans la vision, difficultés cognitives et historiques

Être capable d'expliquer la vision des objets par l'entrée dans l'œil de la lumière provenant de ces objets est l'un des objectifs du programme d'optique de collège en France (élèves de 12 à 15 ans). Or, cet objectif se heurte aux idées que les élèves se font de la lumière (Guesne, 1984). Ainsi, l'éblouissement semble constituer la seule situation au cours de laquelle une majorité d'élèves de collège admet que de la lumière entre dans leurs yeux (de Hosson & Kaminski, 2002). Paradoxalement, cette situation s'oppose *a priori* à l'explication rationnelle du mécanisme optique de la vision. Pour la plupart des élèves, l'entrée de lumière dans l'œil n'est admise qu'au prix de la gêne provoquée par l'éblouissement, situation particulière au cours de laquelle la vision est précisément impossible. Dans ce cas, l'entrée de lumière dans l'œil devient un facteur limitant pour la vue. De la même façon, un élève ébloui par diffusion reconnaît volontiers que de la lumière issue d'un objet pénètre dans son œil, mais comme dans ce cas il ne distingue pas bien l'objet diffusant, il refuse l'idée que la lumière puisse être le *stimulus* de la vue.

Historiquement pourtant, l'éblouissement semble être à la base d'une première théorie rationnelle de la vision. A partir du 5^e siècle av. J.-C. et pendant plus de 1500 ans, les savants qui s'intéressent à la vision s'affrontent sur le "sens" de la vue - vers ou depuis l'œil (Simon, 1988). Et il faut attendre le 11^e siècle apr. J.-C. pour que le savant cairote Ibn al Hatham pose la lumière comme agent indépendant et médiateur de la vue (voir *Kitab al manazir*).

Face aux difficultés sous-jacentes à l'enseignement du mécanisme optique de la vision (difficultés liées aux représentations des élèves et au concept de lumière), nous avons cherché à analyser la démarche d'Ibn al Haytham afin d'en extraire une logique conceptuelle transférable à une situation de classe. Il en résulte que cette démarche est essentiellement intellectuelle. Faire de la lumière un outil de raisonnement pour expliquer la vision relève

d'un processus d'abstraction qui peine à s'illustrer expérimentalement (au cours d'une vision normale, la présence de lumière est empiriquement indétectable). Cette logique conceptuelle, que nous appelons "reconstruction didactique", et que nous définirons plus avant, a servi d'appui à l'élaboration d'un outil d'enseignement : un texte dialogué dans lequel trois personnages débattent de la façon dont s'effectue la vision. Le texte met en scène une controverse autour du "sens de la vue" et propose un cheminement conceptuel - une reconstruction spécifiquement didactique, qui conduit chacun des protagonistes à reconnaître que la lumière est le *stimulus* de la vue, cheminement que nous souhaitons faire suivre aux élèves.

Intérêt pédagogique de l'utilisation d'une controverse historique sous forme dialoguée

L'utilisation de la forme littéraire dialoguée à des fins pédagogiques est omniprésente dans l'histoire des idées et dans celle plus particulière des sciences. Au 5^e siècle avant J.C. les dialogues platoniciens (appelés également dialogues socratiques) apparaissent comme une transposition littéraire des exigences philosophiques de la rhétorique définie par Platon dans *Gorgias* et *Phèdre*. L'art oratoire doit servir ce que Platon appelle la psychagogie, c'est-à-dire la formation des esprits. Celle-ci a pour procédé la dialectique et pour but, la recherche de la vérité. Et c'est par la méthode dite de la maïeutique (celle de l'accouchement) que le fondateur de l'Académie, par la voie de Socrate, amène ses disciples sur le chemin de la connaissance. Cependant, la mise en scène d'une confrontation de deux points de vue est une des difficultés du genre. Dans les faits, très souvent, les deux interlocuteurs ne représentent pas une véritable dialectique et le dialogue cache mal le monologue de la parole unique de l'auteur.

Plus de vingt siècles plus tard, lorsque Galilée rédige ses *Dialogues sur les deux grands systèmes du monde* (1632), il reprend la structure fondatrice de la forme dialoguée socratique afin de mettre en scène la science de son temps mais en transforme quelque peu les modalités rhétoriques en poussant le lecteur à s'identifier avec l'un ou l'autre des protagonistes mis en scène (à Galilée, par la voix de Salviati, à Aristote, par celle de Simplicio). Dans les années 1660, le chimiste Robert Boyle confirme l'intérêt pédagogique de l'échange dialogué pour l'établissement des connaissances scientifiques. Pour Boyle, l'acquisition d'une connaissance peut résulter de la mise en scène d'une controverse à condition que celle-ci obéisse à certaines règles d'exposition. L'opinion de chacun se doit notamment d'être prise en compte dans la discussion, et ce, quelle que soit sa conformité avec le savoir visé ou établi. Les opinions de chacun sont discutées, réfutées, et la vérité n'est jamais inculquée. Une controverse est donc scénarisée et construite de telle sorte que le consensus, fruit de la contribution de chacun, émerge de la conversation elle-même. Il s'agit de présenter une démarche de réflexion réelle, véritable pensée en action, tout en séduisant le lecteur. L'essentiel du dialogue philosophique repose donc sur la mise en scène des paroles des voix qui se répondent. Cette forme permet d'éviter la lourdeur du traité tout en profitant de l'attrait de la rapidité de l'argumentation, du jeu, de la distance ironique et de la double énonciation.

Il y a quelques années, nous avons pu apprécier l'impact de l'usage d'extraits des dialogues galiléens en situation réelle de classe à la fois sur l'engagement d'élèves de seconde dans l'activité et sur la conceptualisation du principe d'inertie (de Hosson, 2011). Le fait que l'élève puisse se projeter dans l'une ou l'autre des idées exposées par Galilée permet l'émergence d'une controverse au sein de la classe dont les termes s'avèrent proches de ceux mis en scène par Galilée. Cette opposition entre élèves sert de point d'ancrage au cheminement dialectique

proposé par le texte, cheminement qui devient alors transposable à une situation collective d'apprentissage. La fécondité de ce premier travail nous a amenée à rédiger un texte dialogué sur le modèle de ceux de Galilée afin de rendre compte des discussions et des controverses liées à quelques idées historiques sur le processus de la vision. Ce texte est présenté en annexe.

Présentation des Dialogues sur les manières dont se fait la vision

Les *Dialogues sur les manières dont se fait la vision* s'appuie sur une reconstruction didactique dont les étapes sont présentées figure 1. Nous définissons une reconstruction didactique comme une séquence d'enseignement conçue sur la base d'informations historiques explicites et se donnant pour but l'apprentissage d'un savoir scientifique. La création d'une reconstruction didactique est dépendante d'une enquête psycho-cognitive visant à établir le profil conceptuel d'une population donnée (élèves, étudiants, enseignants...) en caractérisant les types de difficultés et les raisonnements mis en œuvres par cette population confrontée à une situation physique donnée. Cette enquête va servir une enquête historique, visant une reconstruction historique. Il s'agit d'un travail d'exploration et de tri au sein de l'espace historique (textes anciens) sous-tendu par un projet didactique spécifique : l'élaboration d'un matériau d'enseignement. Ici, les difficultés des élèves sur la vision guident la lecture des textes anciens, ainsi que le choix et l'agencement des éléments à réorganiser à des fins d'apprentissage. Cela conduit au scénario suivant :

Dans un premier temps, nous souhaitons encourager l'émergence d'un consensus à propos du "sens" de la vue. En d'autres termes, faire admettre au plus grand nombre que "voir c'est recevoir". Sur ce point, l'unité de fonctionnement des cinq sens avancée par Aristote dans son *Traité de l'âme* nous semble particulièrement féconde : "La sensation consiste à être mû, à pâtir (...) chaque sens est mû par un sensible qui lui est propre" (livre II, chapitre 5). En supposant que la plupart des élèves admette une modalité de fonctionnement intromissionniste (de l'objet vers l'œil), il s'agit dans un deuxième temps de les amener à identifier l'agent responsable de la vision. Cette étape relève d'une grande complexité : d'une part elle nécessite de la part de l'élève un effort d'abstraction important puisqu'il lui faut construire un objet conceptuel dont la signification risque de se heurter à celle qu'il lui attribue habituellement, d'autre part, il s'agit de lever le paradoxe que nous évoquions au début de cet article selon lequel, pour l'élève, l'entrée de lumière dans l'œil éblouit et empêche de voir. Nous avons choisi d'affronter cette double difficulté en faisant de l'éblouissement le cœur de conceptualisation.

La question de l'éblouissement semble être à la base des théories de la vision développées par le savant cairote Ibn Al Haytham qui au 11e siècle déclare que "la vision est le résultat de l'entrée de lumière dans l'œil". Selon lui, si la lumière blesse l'œil et perturbe la vue c'est qu'elle a un effet particulier sur l'œil et sur la vue. Et pour en déduire que la lumière est le *stimulus* de la vue, Ibn al Haytham raisonne non plus sur la lumière en tant qu'objet conceptuel, mais sur la quantité de lumière que les objets (lumineux par eux-mêmes ou par diffusion) envoient vers l'œil en comparant les effets de la lumière à la douleur :

Le fait qu'une lumière intense blesse les yeux est la preuve que lumière et douleur sont de même nature. Par conséquent, quels que soient ses effets, perceptibles ou non, ceux provoqués par la lumière sur l'œil sont tous de même nature et ce qui change ce n'est que le plus ou moins. Une lumière faible et modérée n'est pas ressentie comme de la douleur, tandis qu'une forte lumière provoque de la douleur. La seule chose qui change, c'est le plus ou le moins (Livre 1, chapitre 6, ma traduction).

Pour Ibn al Haytham, l'œil a la sensation de l'éclairement, et cette sensation est commandée par la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil ; l'œil voit l'objet lorsque la quantité de

lumière provenant de cet objet n'est ni trop forte, ni trop faible. C'est donc par un traitement quantitatif qu'Ibn al Haytham parvient à poser la lumière comme *stimulus* de la vue. Et c'est ce même traitement que nous proposons aux élèves : raisonner en terme de "quantité de lumière", non plus en termes de "lumière". Cette façon de définir la lumière constitue notre point de mire, c'est-à-dire l'objectif cognitif que nous cherchons à atteindre avec les élèves. Une analogie avec l'ouïe est alors proposée en appui de ce choix de traitement pour des raisons de plus grande familiarité avec le sens commun. En complément de cette construction, une étape supplémentaire est introduite visant à faire admettre aux élèves que les objets éclairés renvoient (une partie de) la lumière qu'ils reçoivent. On attend que la chaîne "objet-lumière-œil" se construise *via* la convergence de ces deux idées fondamentales : 1) les objets éclairés sont des sources lumineuses, 2) l'entrée dans l'oeil d'une lumière modérée provoque la vision.

Conclusion

L'usage en classe des *Dialogues sur la manière dont se fait la vision* a fait l'objet de plusieurs publications (de Hosson, 2005, de Hosson & Kaminski, 2007). L'attention portée aux idées des élèves à propos de la vision nous a permis d'anticiper les explications qu'ils étaient susceptibles de proposer. Grâce à cela, nous avons élaboré un texte dans lequel ils ont pu projeter, dès le début de l'entretien, leurs propres représentations de la vision. Par ce procédé, nous avons favorisé l'identification des élèves aux personnages des *dialogues*, ce qui a eu pour effet de valoriser chacune de leurs réponses (qu'elle fut correcte ou non), et de les mettre en confiance. Les élèves ont alors pu adhérer au parcours cognitif mis en scène par le texte. Cela dit, il nous est très vite apparu que l'appropriation du texte par les élèves nécessite un accompagnement spécifique, tant du point de vue de la difficulté de certains termes ou expressions utilisés, que du point de vue de la singularité de la structure argumentative du dialogue et du rôle joué par les trois personnages.

Références bibliographiques

- Aristote. *De l'âme*, trad. E. Barbotin (1989). Paris : Les Belles Lettres.
- Ibn al Haytham. *Kitab al manazir* (The optics), trad. A.I. Sabra (1989). University of London.
- Galileo, G. (1632). *Dialogues sur les deux grands systèmes du monde*, trad. R. Fréreau (1992). Paris : Seuil.
- Guesne, E. (1984). Les conceptions des enfants sur la lumière. *New trends in physics teaching*. vol. 4, UNESCO.
- de Hosson, C., & Décamp N. (2014). Using Ancient Chinese and Greek Astronomical Data: A Training Sequence in Elementary Astronomy for Pre-Service Primary School Teachers, *Science and Education*. 23(4), 809-827.
- de Hosson, C. (2011). Una controversia histórica al servicio de una situación de aprendizaje: una reconstrucción didáctica basada en Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo de Galileo. *Enseñanza de las ciencias*. 29 (1), 115-126.
- de Hosson C. & Kaminski W. (2007). Historical controversy as an educational tool. Evaluating elements of a teaching-learning sequence conducted with the "Dialogue on the ways that vision operates". *International journal of science education*. 29 (5), 617-642.
- de Hosson, C. (2005). La controverse historique : un outil didactique. Evaluation d'une séance

d'apprentissage réalisée à partir du *Dialogue sur les manières dont se fait la vision*. *Bulletin de l'union des physiciens*. 870, 29-41.

de Hosson, C. & Kaminski, W. (2002). Les yeux des enfants sont-ils des "porte-lumière" ? *Bulletin de l'union des physiciens*. 840, 143-160.

Koyré, A. (1966). *Études galiléennes*. Paris : Hermann.

Simon, G. (1988). *Le regard, l'être et l'apparence dans l'optique de l'Antiquité*. Paris : Seuil.

Shappin, S. et Shaeffer, D. (1993). *Léviathan et la pompe à air*. Paris : Vrin.

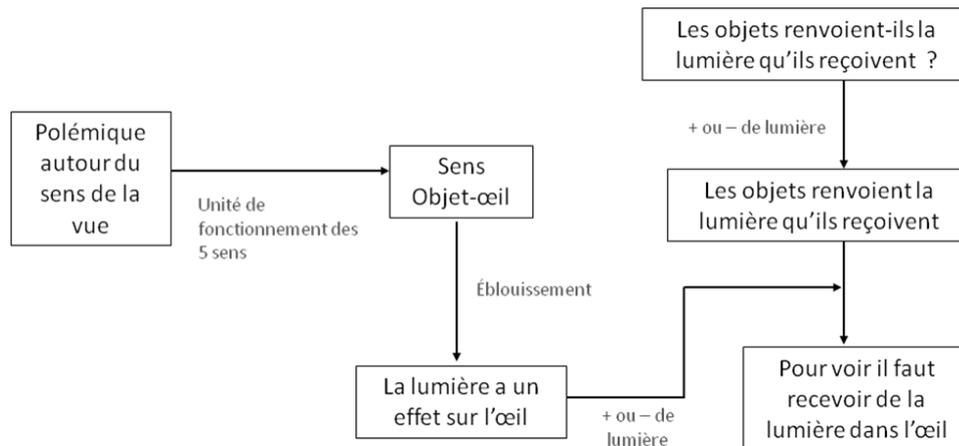


Figure 1 : Organigramme représentant la structure du scénario d'usage des *Dialogues sur les manières dont se fait la vision*. Deux "chemins" se construisent de manière concomitante : celui consistant à construire l'idée que la lumière a un effet sur l'œil; celui visant à conceptualiser le phénomène de "diffusion".

Annexe : Dialogues sur les manières dont se fait la vision - Cécile de Hosson (2004)

Sagredo : [A] Je vous ai réunis aujourd'hui afin que nous discutions ensemble de la manière dont se fait la vision.

Simplicio : Je crains, mon cher ami, que notre discussion ne soit difficile, car je crois savoir que Salviati et moi-même sommes en désaccord sur ce point. Pour ma part, les raisons de la vision résident dans l'œil. Comme le suggèrent de nombreux savants de l'Antiquité, je crois que pour voir un objet, l'œil doit envoyer quelque chose vers cet objet. C'est ainsi, voyez-vous, que je conçois que l'on voit les objets qui nous entourent, par ce pouvoir que nous avons d'émettre quelque chose qui, sortant des yeux, va à la rencontre des objets à regarder.

Sagredo : Il me semble que tous les Grecs ne raisonnaient pas ainsi. N'est-il pas exact que Lucrèce et d'autres avant lui expliquent la vision d'un objet par l'entrée dans l'œil d'une image de cet objet ?

Salviati : Sachez avant toute chose, que je me réjouis de vous parler de Lucrèce. Ses textes sont d'une beauté qui chaque fois m'émeut. Et si vous ne partagez guère son opinion, j'espère au moins que vous saurez apprécier la grandeur de sa poésie.

Sagredo : Ne nous faites pas attendre davantage.

Salviati : Voilà : « De tous les objets, il existe ce que nous appelons les simulacres : sortes de membranes légères détachées de la surface des corps, qui voltigent en tout sens parmi les airs. Ce sont des figures, des images qui sont émises par les objets. On en voit d'ailleurs beaucoup émettre de leurs éléments, comme la fumée du bois vert ou la chaleur de la flamme, ou encore comme les tuniques que les cigales abandonnent en été. Ou encore, comme les voiles jaunes, rouges ou verts, qui tendus dans les vastes théâtres au-dessus du public et éclairés par des torches ou par la lumière du jour, colorent la scène de leurs reflets ».

Simplicio : Cette théorie me semble absurde : comment pouvez-vous expliquer que des effluves détachés d'objets immenses, comme des montagnes, par exemple, puissent pénétrer dans notre œil, qui est lui, tout petit ?

Salviati : J'aimerais vous rappeler qu'en vous exposant les idées de Lucrèce je n'ai fait que répondre à la demande de Sagredo. Je ne vous ai jamais dit que je les partageais. Elles présentent en effet certaines incohérences mais néanmoins, elles me semblent plus proches de ma théorie personnelle que la vôtre.

Sagredo : Vous pensez donc que si l'on voit c'est que les objets envoient des images d'eux-mêmes dans nos yeux ?

Salviati : Ce n'est pas ce que je dis. Néanmoins, je retiens de cette théorie qu'elle pose le problème de la vision comme le résultat d'une action sur l'œil. Et ce qui me semble intéressant ici c'est que la vision est considérée comme une passion, c'est-à-dire comme la réception dans l'œil de quelque chose provenant de l'extérieur.

Sagredo : N'est ce pas sur ce principe que fonctionnent tous nos sens ?

Salviati : Vous touchez là un point crucial, Sagredo. Si l'on en croit Aristote, il semble que les cinq sens fonctionnent tous de la même façon. Ils sont le résultat d'une action extérieure (le stimulus) sur un organe spécifique appelé organe sensoriel. Chaque organe sensoriel se trouve affecté par des impressions spécifiques venant des objets. Ainsi, nous entendons parce que nous recevons du son dans l'oreille, nous sentons car nous recevons...

Simplicio : ... des odeurs dans le nez... [B]

Salviati : ... Nous avons la sensation du goût car notre bouche reçoit des saveurs, et ainsi de suite. Et puisque mon objectif est de vous convaincre que la vision est une passion, en ce sens qu'elle est le résultat d'une action sur l'œil, j'ai là un argument qui sans doute vous convaincra plus que tout autre. Permettez-moi tout d'abord de vous poser une question : Pensez-vous pouvoir regarder fixement le Soleil pendant dix secondes ? [C]

Simplicio : Quelle idée !

Sagredo : Assurément non, cela serait bien trop douloureux, et préjudiciable pour la vue.

Salviati : Précisément. Et savez-vous pourquoi ?

Sagredo : Sans doute parce que la lumière provenant du Soleil est trop forte.

Salviati : Bien. Vous admettez donc qu'une lumière trop forte provoque des effets douloureux sur l'œil, et que, par conséquent, l'œil est sensible à une lumière trop forte. On ne peut pas penser qu'il y ait quelque chose qui aille de l'œil vers l'objet car, dans cette situation il n'y aurait pas de raison de souffrir en face d'un objet plutôt que d'un autre. Si l'on est ébloui en regardant le Soleil, c'est bien parce que de la lumière forte entre dans l'œil.

Sagredo : Je suis en tout point d'accord avec vous, cher Salviati, mais n'oubliez pas que nous cherchons à comprendre la manière dont on voit, pas la manière dont on ne voit pas. Or la situation que vous décrivez, celle de l'éblouissement, est totalement opposée à la vision.

Simplicio : Décidément, vous vous égarez, Salviati, Sagredo a raison, l'entrée de lumière dans l'œil empêche de voir.

Salviati : Permettez-moi de vous corriger, Simplicio. Vous dites, « l'entrée de lumière dans l'œil empêche de voir », et moi je dis, l'entrée d'une très forte lumière dans l'œil empêche de voir. Percevez-vous la nuance ?

Simplicio : Certes, mais je ne vois pas où vous voulez en venir. Ne sommes-nous pas ici pour parler de la manière dont se fait la vision ? Venez-en au fait, je vous prie.

Salviati : Malheureusement, il me faudra prendre quelques détours pour parvenir à vous convaincre du bien-fondé de ma théorie. Vous remarquerez que lorsque vous êtes ébloui, la sensation désagréable perdure, vous empêchant notamment de lire pendant un temps. Ainsi, une lumière forte affecte non seulement l'œil mais aussi la vue. De même qu'un son trop fort blesse le tympan tandis qu'un son modéré parvenant à nos oreilles provoque l'ouïe. [D]

Sagredo : Si je comprends bien votre comparaison, cher Salviati, une lumière modérée provoquerait la vue ?

Simplicio : Mais c'est absurde ! Lorsque nous regardons le monde autour de nous, ce sont bien les objets que nous voyons et ceux-ci ne nous envoient pas de lumière. Si tel était le cas, nous serions continuellement éblouis !

Salviati : Calmez-vous, Simplicio, et tachez de suivre mon raisonnement. N'est-il pas vrai que pour voir un objet non lumineux par lui-même, celui-ci doit être éclairé ?

Sagredo : En effet, nul ne songerait à penser que l'on voit dans le noir.

Simplicio : Seuls les chats sont capables de cet exploit.

Salviati : Laissons les chats pour le moment voulez-vous, tant il est vrai qu'ils ne voient pas plus dans le noir que vous et moi. Donc pour voir un objet il faut que celui-ci soit éclairé. Moins un objet est éclairé, moins il est visible, et plus il est éclairé, plus il est visible. Si toutefois, il est trop éclairé, la vue est altérée, et la vision de l'objet devient impossible. Ce phénomène n'est-il pas similaire à celui dont nous avons déjà parlé, à savoir l'éblouissement que nous ressentons en regardant le Soleil ?

Sagredo : Assurément. Un objet éclairé par une lumière très intense se comporte donc comme le Soleil. Il renvoie dans l'œil une lumière trop forte, et cette lumière blesse les yeux. C'est ce qui se passe par exemple lorsque l'on regarde la neige au Soleil.

Salviati : Bien ! Voilà que vous raisonnez avec la lumière. Imaginez maintenant que cet éclairage diminue progressivement. Si vous voyez l'objet, c'est qu'il est toujours éclairé, n'est-ce pas ? Et si vous le voyez parfaitement, si vous parvenez à distinguer ses moindres détails, c'est que vous n'êtes plus gêné par l'entrée dans votre œil d'une lumière trop forte. Or dans ce cas, ce qui a changé, ce n'est pas l'entrée de lumière dans l'œil, mais sa quantité. Autrement dit, l'œil a la sensation de l'éclairage, et cette sensation est commandée par la quantité de lumière qui pénètre l'œil. Un homme voit lorsque la quantité de lumière provenant des objets et qui pénètre son œil n'est ni trop forte, ni trop faible. Cette théorie nous vient d'un savant arabe du nom d'Alhazen.

Simplicio : Cela signifie-t-il que tous les objets qui nous entourent renvoient continuellement de la lumière dans nos yeux, alors même que nous n'en avons aucun signe ?

Sagredo : Aucun signe dites-vous ? Le simple fait de voir ces objets n'est-il pas significatif d'une présence de lumière ?

Salviati : Je vois, cher Sagredo, que vous semblez convaincu. Simplicio, qu'en pensez-vous ?

Simplicio : Je dois avouer que je suis séduit par votre théorie. [E]