HAL
open science

La controverse historique : un outil didactique - partie 1

C. de Hosson

To cite this version:

C. de Hosson. La controverse historique : un outil didactique - partie 1. Bulletin de l'Union des Physiciens (1907-2003), 2004. hal-01663261

HAL Id: hal-01663261

https://hal.science/hal-01663261

Submitted on 18 Dec 2017

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.

La controverse historique : un outil didactique

par **Cécile de HOSSON**
Formateur IUFM d'Alsace
Doctorante au LDSP - Université Paris 7
cecile.dehosson@alsace.iufm.fr

PARTIE 1 : « DIALOGUES SUR LES MANIÈRES DONT SE FAIT LA VISION »

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 conduite à élaborer un outil d'apprentissage particulier : des dialogues construits à partir d'une controverse historique, celle du « sens du 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. Dans un prochain article, nous verrons dans quelle mesure l'utilisation de la forme littéraire dialoguée peut constituer un moyen supplémentaire d'apprentissage du mécanisme de la vision à partir d'entretiens réalisés avec des élèves de quatrième.

INTRODUCTION

Être capable d'expliquer la vision par l'entrée de lumière dans l'œil est un des objectifs du programme d'optique de quatrième. Or cet objectif se heurte vraisemblablement aux idées que les élèves se font de la lumière [10]. Ainsi, l'éblouissement semble-t-il constituer la seule situation au cours de laquelle une majorité d'élèves de collège admettent que de la lumière entre dans leurs yeux (1). Et paradoxalement, cette situation s'oppose *a priori* à l'explication rationnelle du mécanisme 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

(1) Enquête réalisée à partir de questionnaires auprès de soixante-dix élèves de classe de quatrième, avant enseignement d'optique, voir [10, 12].

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 (2).

Historiquement pourtant, l'éblouissement semble être à la base d'une première théorie rationnelle de la vision. A partir du Ve siècle av. J.-C. et pendant plus de quinze siècles, les savants qui s'intéressent à la vision s'affrontent sur le « sens » de la vue (vers ou depuis l'œil). Et il faudra attendre le XIe siècle apr. J.-C. pour qu'ALHAZEN [1] pose la lumière comme agent indépendant et médiateur de la vue. Il construit ainsi les bases d'une idée toujours d'actualité. Face aux difficultés sous-jacentes à l'enseignement du mécanisme de la vision (difficultés liées aux représentations des élèves et au concept de lumière), nous avons cherché à analyser la démarche d'ALHAZEN afin d'en extraire une logique cognitive 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). Afin d'accompagner l'élève dans son apprentissage, nous avons cherché à faire de l'histoire des sciences un outil d'enseignement. Pour cela, nous avons élaboré un dialogue dans lequel trois personnages débattent de la façon dont s'effectue la vision. Le texte met en scène la controverse du « sens de la vue » et propose un cheminement intellectuel qui conduira chacun des protagonistes à reconnaître que la lumière est le *stimulus* de la vue. C'est ce même cheminement que nous souhaitons faire suivre aux élèves.

Dans un premier temps, nous justifierons les raisons d'un recours à la mise en scène d'une controverse historique sous la forme dialoguée d'un point de vue pédagogique. Puis nous présenterons notre texte. Enfin, nous analyserons les effets de l'utilisation de ce texte sur des élèves de quatrième.

1. L'INTÉRÊT PÉDAGOGIQUE DE L'UTILISATION D'UNE CONTROVERSE HISTORIQUE SOUS LA FORME DIALOGUÉE

Peut-on utiliser les formes littéraires traditionnelles pour remettre en cause les fondements de la pensée ? Pour PLATON cela ne fait aucun doute, et c'est par le dialogue et par la méthode dite de la « maïeutique » que le fondateur de l'Académie amène ses disciples sur le chemin de la Connaissance (3). Plus de vingt siècles plus tard, lorsque

(2) Dans le champ restreint du mécanisme de la vision, nous définirons la lumière comme une entité continue, d'intensité variable qui a un effet sur l'œil.

(3) La maïeutique est pour PLATON (qui s'exprime alors au nom de SOCRATE) l'art d'accoucher les esprits : « Quant à mon art d'accoucher il a par ailleurs toutes les mêmes propriétés que celui des sages-femmes, mais il en diffère en ce que ce sont des hommes et non des femmes qu'il accouche ; en ce que, en outre, c'est sur l'enfantement de leurs âmes, et non de leurs corps, que porte son examen. D'un autre côté, ce qu'il y a dans mon art à moi de plus important, c'est d'être capable de faire sur la pensée d'un jeune homme, de toutes les manières possibles, l'épreuve de ce qu'elle enfante, et de voir si c'est un simulacre et une illusion ou bien quelque chose de viable et de vrai. (…) Chez moi il n'y a point d'enfantement de

GALILÉE rédige ses *Dialogues sur les deux grands systèmes du monde* [9], il reprend la structure fondatrice de la forme dialoguée socratique afin de mettre en scène la science de son temps. L'ouvrage de BOYLE, *The Sceptical Chymist*, écrit en 1661 relève d'un procédé identique, et c'est par une mise en scène théâtrale qu'il parvient à imposer l'idée de l'existence du vide (4). Enfin, au XVIIIe siècle, la forme dialoguée deviendra le lieu d'expression privilégié des philosophes des Lumières qui chercheront par cette voie à guider le lecteur vers le bon usage de sa raison (5).

L'utilisation de la forme dialoguée à des fins pédagogiques est omniprésente dans l'histoire des idées et dans celle des sciences. Mais pour être efficace, il semble nécessaire que ce procédé soit un dialogue à la fois scientifique et littéraire. Aussi, le discours doit-il être conceptuel tout en utilisant un langage expressif. À ce titre, les *Dialogues* de GALILÉE nous semblent exemplaires. GALILÉE y expose une démarche de pensée tout en séduisant le lecteur :

> « C'est l'honnête homme que GALILÉE veut gagner à sa cause ; or, l'honnête homme, il faut le persuader et le convaincre : il ne faut pas le fatiguer et l'accabler. De là, en partie, la forme dialoguée de l'œuvre, le ton léger de la conversation ; les digressions et les reprises constantes, le désordre apparent du débat : c'est bien ainsi qu'on conversait et discutait, en honnêtes gens, dans les salons des patriciens de Venise, ou à la Cour des Médicis » [13].

Cependant, la mise en scène d'une confrontation de deux points de vue est une des difficultés du genre. 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. Les modalités des *Dialogues* chez GALILÉE permettent de dépasser cet écueil en poussant le lecteur à s'identifier non avec la figure même de GALILÉE par la voix de SALVIATI, mais avec celle de la pensée aristotélicienne représentée par SIMPLICIO. Ce dernier soutient notamment qu'une pierre lâchée du haut du mât d'un navire animé d'un mouvement uniforme tombera derrière le mât. En adoptant un raisonnement identique, SIMPLICIO affirme que la Terre est immobile puisqu'une pierre lâchée du haut d'une tour tombe, elle, au pied de la tour (alors que si la Terre était en mouvement, la pierre devrait tomber loin de la tour) :

> *Salviati :* J'aimerai que vous persévériez en soutenant fermement que ce qui se passe sur la Terre doit correspondre à ce qui se passe sur le navire. Vous dites, puisque, lorsque le navire est immobile, la pierre tombe au pied du mât, et tombe loin de lui lorsque le navire se meut, on peut en déduire, réciproquement, que si la pierre tombe au pied du mât, le navire est immobile et que si elle tombe loin de lui, le navire se meut ; et comme ce qui se produit sur le navire doit pareillement se produire sur la Terre, le fait que la pierre tombe au pied de la tour implique nécessaire-

savoir, et le reproche que m'ont déjà fait bien des gens, de poser des questions aux autres et de ne rien produire moi-même sur aucun sujet faute de posséder aucun savoir, est un reproche bien fondé. (…) Ceux qui me fréquentent (…) n'ont jamais rien appris de moi, mais c'est de leur propre fond qu'ils ont, personnellement, fait nombre de belles découvertes, par eux-mêmes enfantées ». PLATON, *Théétète*, 148, in Œuvres complètes, tome 2, La Pléiade, trad. L. ROBIN, Paris : Gallimard, 1950.

(4) Pour une analyse complète de la forme dialoguée chez Boyle, voir [22].

(5) Le *Dialogue sur la pluralité des mondes* de Fontenelle est un exemple éloquent de l'utilisation pédagogique de cette forme littéraire particulière.

ment que le globe terrestre soit immobile. C'est bien là votre raisonnement, n'est ce pas ?

Simplicio : C'est très précisément cela, et votre résumé en facilite beaucoup la compréhension.

Salviati : Dîtes-moi maintenant, si la pierre lâchée du haut du mât alors que le navire avance, tombait exactement au même endroit que lorsque celui-ci est immobile, de quelle utilité vous seraient ces deux chutes pour décider si le navire est immobile ou s'il avance ? (6)

Simplicio : D'aucune, assurément (…).

Salviati : « Et moi, sans avoir fait l'expérience, je suis sûr que la pierre tombera au pied du mât ».

C'est une démarche déstabilisante pour le lecteur qui est amené à récuser l'opinion commune et le géocentrisme. Et c'est bien par le dialogue que la formulation rationnelle du principe d'inertie se fait jour, dans la confrontation des opinions. GALILÉE a su transformer le parallèle des hypothèses en un outil littéraire et pédagogique efficace.

Nous sommes nombreux à avoir utilisé les *Dialogues* de GALILÉE dans nos classes, et sans doute aussi nombreux à avoir pu en apprécier les avantages en terme d'apprentissage. Lors d'une précédente expérimentation, nous avons d'ailleurs cherché à évaluer l'impact de l'utilisation des *Dialogues* de GALILÉE en classe de troisième (7). Outre le fait qu'elle soit très certainement efficace du point de vue de l'apprentissage, il est intéressant de noter que la forme dialoguée est également un facteur de motivation indéniable, et la motivation est accrue lorsque le dialogue met en scène une controverse (ce qui est le cas chez GALILÉE et chez BOYLE). Comme nous l'indiquions précédemment, ce qui est remarquable chez GALILÉE, c'est qu'il pousse le lecteur à l'identification. Par conséquent, lorsque l'on utilise les *Dialogues* de GALILÉE en classe, l'élève se reconnaît dans l'une ou l'autre des idées exposées par GALILÉE. Naît alors dans la classe une controverse analogue à celle qui est mise en scène par l'auteur. Et c'est cette opposition entre élèves qui sert de support au processus socio-cognitif dont nous dirons quelques mots par la suite. Par ailleurs, si la controverse mise en scène par l'auteur est identique à celle qui se joue dans la classe, nous avons des raisons de penser que le cheminement dialectique proposé par le texte est transposable à une situation collective d'apprentissage. Enfin, si un élève reconnaît son propre raisonnement dans celui d'un savant ayant fait autorité (c'est le cas pour ARISTOTE), et que ce raisonnement est erroné, nous pensons que cela devrait lui permettre de relativiser son erreur.

Tous ces éléments nous ont amenée à rédiger un dialogue sur le modèle de ceux de GALILÉE afin de rendre compte des discussions et des controverses liées aux théories de la vision dans l'histoire des sciences.

2. PRÉSENTATION DES « DIALOGUES SUR LES MANIÈRES DONT SE FAIT LA VISION »

Les penseurs de l'Antiquité qui se sont interrogés sur le « comment » de la vue se

(6) Extrait des *Dialogues* de GALILÉE [8].

(7) Évaluation présentée lors des 50es journées de l'UdPPC, Strasbourg, octobre 2003. Voir [12].

sont rapidement heurtés au problème du « sens » de la vue. Au Ve siècle av. J.-C. deux théories coexistent (et s'affrontent parfois) : d'une part, celle d'une émission depuis l'œil (extramission), et d'autre part, celle de la réception dans l'œil de quelque chose provenant de l'objet (intromission) (8). Que ce soit dans l'une ou dans l'autre de ces théories, la nature du « quelque chose » reçu ou émis par l'œil n'est jamais précisée, ni même étudiée (9). Mais ce qui semble désormais avéré, c'est que ce « quelque chose » n'est jamais la lumière (que ce terme soit pris au sens strict que lui confère la physique d'aujourd'hui ou au sens plus restrictif de ce qui éclaire) [11, 21]. Pendant près de vingt siècles, et malgré les avancées remarquables de l'optique arabe du XIe siècle, l'optique physique et physiologique sera témoin de l'une des plus longues controverses de son histoire, celle qui opposa jusqu'au XIIIe siècle de notre ère « émanantistes » et « intromissionistes ».

C'est cette controverse qui a servi de point de départ à l'élaboration de nos dialogues. La raison de ce choix est la suivante : la grande majorité des élèves de quatrième (avant tout enseignement d'optique) explique la vision par l'émission de quelque chose qui sort de l'œil. Et si l'on trouve de façon plus minoritaire certaines idées selon lesquelles l'œil serait sensible à un stimulus extérieur, celui-ci n'est que très rarement identifié à la lumière. Les élèves parlent « d'image, de reflet… » qui, partant de l'objet, pénètre dans l'œil [10, 11, 12]. Quoi qu'il en soit, si l'on analyse les conceptions des élèves à propos de la vision du strict point de vue du « sens » (depuis ou vers l'œil), il existe bien chez les élèves deux explications antagonistes proches de celles développées par les Grecs de l'Antiquité. L'expression de ces deux idées en situation de classe peut être le support d'un débat qui deviendra le point d'ancrage et le miroir de notre controverse historique.

À partir de la controverse sur le « sens de la vue », nous avons cherché à imaginer une discussion fondée sur une reconstruction rationnelle des théories de la vision, au-delà d'une reconstitution chronologique des faits. Autrement dit, nous avons fait le choix de conserver les éléments qui, de notre point de vue, constituent les idées-clés d'une élaboration rationnelle des théories de la vision, à savoir :

- les cinq sens fonctionnent sur un principe identique : un organe spécifique est sensible à un *stimulus* extérieur ;
- une lumière trop forte « blesse » les yeux ;
- les objets qui nous entourent renvoient la lumière qu'ils reçoivent.

Ces idées clés sont pour nous des paliers successifs qui devraient permettre à l'élève de construire progressivement une explication du mécanisme de la vision conforme aux attentes du programme de la classe de quatrième : « Voir c'est recevoir de la lumière » (10).

(8) Il existe des théories alternatives que nous ne détaillerons pas ici.

(9) Ceci est vrai si l'on excepte les idées d'Aristote dans lesquelles les couleurs sont le *stimulus* de la vue. Voir [3] 439a et [2] 418a.

(10) Instructions officielles. Nous tenons à signaler qu'énoncé de cette façon cet objectif ne nous semble guère

Notre dialogue entend favoriser un processus d'apprentissage dont les étapes pourraient être résumées comme suit. 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 nous semble particulièrement intéressante : « La sensation consiste à être mû, à pâtir (…) chaque sens est mû par un sensible qui lui est propre » (11). En supposant que la plupart des élèves, convaincus par les propos d'Aristote, admette une modalité de fonctionnement intromissioniste, 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 (12) ; 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 par la voie historique. En effet, le problème de l'éblouissement semble être à la base des théories de la vision développées par le savant cairote IBN AL HAYTHAM (ALHAZEN) qui au XIe siècle déclare que « la vision est le résultat de l'entrée de lumière dans l'œil » [1], marquant ainsi le début de l'optique, « science de la lumière » [21]. Selon ALHAZEN, 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, il 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 (13) :

« Les effets de la lumière sur l'œil sont de même nature que ceux de la douleur. Mais de même

opérationnel. En effet, si la lumière est ici posée comme agent spécifique de la vue, elle n'est pas présentée comme un lien entre l'objet vu et l'œil. En particulier, l'idée de diffusion est absente de cette phrase. Pourtant, cette idée nous semble essentielle à la compréhension du mécanisme de la vision, et c'est bien elle qui pose problème aux élèves. En effet, construire l'idée d'un lien invisible entre l'objet vu et l'œil est sans aucun doute la difficulté majeure à laquelle l'enseignement se trouve confronté. Notons que sur ce point, les Instructions Officielles du cycle 3 de l'école primaire nous semblent bien plus explicites et par là, davantage opérationnelles. Dans les documents d'accompagnement du cycle 3 on peut lire : « Pour qu'un objet soit vu, il est nécessaire que la lumière issue de cet objet entre dans l'œil ».

(11) [2] livre II, chapitres 5 et 6.

(12) Pour l'élève, la lumière est souvent assimilée aux objets qui la créent (lampes, Soleil, flammes des bougies…), ou aux impacts lumineux visibles sur les objets. À ce sujet, voir GUESNE (1984).

(13) Dire qu'ALHAZEN raisonne en termes de « quantité de lumière » relève d'un anachronisme certain dont nous sommes parfaitement consciente. En effet, le terme « quantité » n'apparaît en réalité qu'au XIIe siècle, époque à laquelle il renvoie à la question « combien grand est… ? » (voir *Dictionnaire historique de la langue française*, d'Alain REY). Et ce n'est qu'à partir du XVIIe siècle que la physique (celle de DESCARTES en particulier) propose de raisonner en termes de « quantité de… ». À titre d'exemple, l'expression « quantité de lumière », se trouve clairement exprimée par DESCARTES au discours sixième de la *Dioptrique*. Si nous posons que le terme « quantité » renvoie à l'idée de « plus ou moins » ou de « trop ou pas assez », alors nous admettrons que lorsque ALHAZEN parle de « plus ou moins de lumière », il évoque l'idée implicite d'une certaine « quantité de lumière ». Cette analyse rétrospective est certes illusoire puisqu'elle surimpose aux idées du passé un terme alors inexistant, mais sa portée didactique est telle que nous en conserverons le résultat à savoir l'assimilation d'un raisonnement en « plus ou moins de » ou « trop ou pas assez de » ou « suffisamment de » à un raisonnement en « quantité de ».

que certaines douleurs sont insupportables, d'autres, au contraire, lorsqu'elles sont plus faibles, ne gênent en rien l'organe qui les supporte. De telles douleurs ne sont alors pas perceptibles. 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 » (14).

Autrement dit, l'œil a la sensation de l'éclairement, et cette sensation est commandée par la quantité de lumière qui pénètre 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'ALHAZEN 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 idée mérite que l'on s'y attarde quelque peu. En effet, à partir du moment où les écrits d'ALHAZEN sont traduits et diffusés en Europe (il faut attendre le XIIIe siècle et le courant perspectiviste anglais), la lumière est présentée comme l'agent spécifique de la vue. Mais ce qui est remarquable, c'est que cette présentation s'accompagne en général d'une précision quantitative liée aux conditions d'exercice de la vue. Et c'est sans doute au XVIIe siècle que le raisonnement en termes de « quantité de lumière » sera adopté de façon définitive par les savants qui s'intéresseront au mécanisme de la vision. Sur ce point, l'explication proposée par MALEBRANCHE nous semble tout à fait exemplaire. MALEBRANCHE réalise une synthèse des découvertes tant physiques (la lumière comme agent de la vue) que biologiques (la structure de l'œil) en adoptant un point de vue quantitatif :

« comme il ne faut qu'une quantité déterminée de lumière pour ébranler suffisamment la rétine et faire voir les objets, l'ouverture de la prunelle pourrait diminuer à proportion que la quantité de lumière augmente » [16].

Enfin, nous ne résistons pas au plaisir de citer la définition admise en 1781 par le *Dictionnaire raisonné de physique*, dans lequel la lumière est explicitement traitée de façon quantitative :

« Fluide très délié, qui en affectant notre œil de cette impression vive que l'on nomme clarté, rend les objets visibles. Ce fluide réside, comme intermède, entre l'objet visible et l'organe qui en reçoit l'impression et il occupe, par lui-même et par son action l'intervalle qui les sépare. Ce qui rend la clarté, ce qui rend les objets visibles est donc une matière, dont l'action peut être plus ou moins forte suivant les circonstances » (15).

(14) [1] livre 1, chap.6, traduit par nous-mêmes à partir de la traduction d'A.I. Sabra, Londres, 1989.

(15) *Dictionnaire raisonné de physique* (1781) de l'Académie Royale des Sciences (Paris). Cette définition nous semble bien plus complète que celle proposée aujourd'hui par les dictionnaires usuels. Ainsi, dans le *Petit Robert* 2004 la lumière est-elle définie comme « l'agent physique capable d'impressionner l'œil, de rendre les choses visibles ». Cette définition est intéressante parce qu'elle inscrit la lumière dans le champ des théories de la vision, mais elle nous semble incomplète. En effet, dire que la lumière « rend les choses visibles » ne signifie pas que ces choses sont visibles parce qu'elles envoient de la lumière dans l'œil de celui qui les regarde. Pas plus que le programme de quatrième, le dictionnaire ne fait de la lumière l'agent intermédiaire entre l'objet vu et l'œil.

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. Quant au texte, il reprend pas à pas la démarche historique telle que nous venons de la présenter. Ce texte est présenté dans son intégralité en annexe.

CONCLUSION

Comme nous le montrerons dans la suite de notre article, notre texte a globalement reçu l'assentiment des élèves interrogés. Espérons que cela soit le signe d'une utilisation possible dans le cadre d'une séance de classe. Bien entendu, l'apprentissage ne peut en aucun cas procéder d'une modalité unique d'accompagnement. Le texte s'invite en complément des dispositifs expérimentaux, des modèles que l'enseignant a coutume d'utiliser (expérience des écrans diffusants, modèle de l'œil notamment). Il n'existe pas de voie unique pour apprendre. En multipliant les supports cognitifs, l'enseignant diversifie les voies d'accès au savoir. Il offre ainsi à ses élèves un panel de cheminements en réponse à l'hétérogénéité des capacités cognitives en présence dans sa classe.

BIBLIOGRAPHIE

[1] ALHAZEN. *Kitab al manazir (The optics)*, trad. A.I. Sabra, book 1. University of London, 1989.

[2] Aristote. *De l'âme*, trad. E. Barbotin. Paris : Les Belles Lettres, 1989.

[3] ARISTOTE. *De la sensation et des sensibles*, trad. P.M. Morel. Paris : Flammarion, 2000.

[4] BACHELARD G. *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*. Paris : PUF, 1951.

[5] BALIBAR F. L'histoire des sciences, pour une école de pensée critique, *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles*. Paris : Hachette éducation, 1993, p. 37-42.

[6] BOLLACK J. *Empédocle*. Tome 2, Gallimard, 1992.

[7] DESCARTES R. *Dioptrique* (1648). Paris : Fayard, 1987.

[8] DOISE W. et MUGNY G. *Psychologie sociale et développement cognitif*. Paris : Colin, 1997.

[9] GALILÉE. *Dialogues sur les deux grands systèmes du monde* (1632), trad. R. FRÉREUX. Paris : Seuil, 1992.

[10] GUESNE E. Les conceptions des enfants sur la lumière. *New trends in physics teaching*, vol. 4, UNESCO, 1984.

[11] DE HOSSON C. et KAMINSKI W. Les yeux des enfants sont-ils des « porte-lumière » ? *Bull. Un. Phys.*, janvier 2002, vol. 96, n° 840, p. 143-160.

[12] DE HOSSON C. L'histoire des sciences, un outil pour l'enseignement. *Bulletin de l'APISP*, février 2004.

[13] KOYRÉ A. *Études galiléennes*. Paris : Hermann, 1966.

[14] LINDBERG D.C. *Theory of vision from al Kindi to Kepler*, the university of Chigago press, Chicago-London, 1976.

[15] LUCRÈCE. *De rerum natura*, trad. J. KANY-TURPIN. Paris : Flammarion, 1997.

[16] MALEBRANCHE N. (de). Éclaircissements sur la vision, *Œuvres Complètes*. Paris : Vrin, 1984.

[17] PIAGET J. et GARCIA R. *Psychogenèse et histoire des sciences*. Paris : Flammarion, 1983.

[18] PLATON. *Théétète,* 148, in Œuvres complètes, tome 2, La Pléiade, trad. L. ROBIN, Gallimard, Platon, Timée, trad. E. Chambry, Paris : Gallimard, 1969.

[19] RONCHI V. *L'Optique, science de la vision*. Paris : Masson, 1966.

[20] SALTIEL E. et VIENNOT L. What do we learn from similarities between historical ideas end the spontaneous reasoning of students ? GIREP, Utrecht, 1985.

[21] SIMON G. *Le regard, l'être et l'apparence dans l'optique de l'Antiquité*. Paris : Seuil, 1988.

[22] SHAPIN S. et SHAFFER D. *Léviathan et la pompe à air*. Paris : Vrin, 1993.

[23] VOILQUIN J. *Les penseurs grecs avant Socrate*. Paris : Flammarion, 1964.

Cécile de HOSSON
Formateur
IUFM
Strasbourg (Bas-Rhin)

Annexe

Le texte présenté ci-dessous est une discussion entre trois personnages, SIMPLICIO, SAGREDO *et* SALVIATI. *Il s'apparente, dans sa structure, aux* Dialogues *de Galilée. Il pourrait parfaitement se dérouler aujourd'hui. Cette discussion s'inspire des différentes théories de la vision qui ont jalonné l'histoire des sciences de l'Antiquité grecque jusqu'au* XVII*e siècle.*

Sagredo : 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 vers cet objet quelque chose qui permet à l'œil de reconnaître les objets qui lui font face. C'est, voyez-vous, ainsi 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 Anciens 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 : sorte 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 Simplicio. 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, 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 particulier 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…

Sagredo : …des odeurs dans le nez…

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 ?

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 admettrez 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 hypothèse, 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 de lumière très forte dans l'œil empêche de voir. Percevez-vous la nuance ?

Simplicio : Certes, mais je ne vois pas où vous voulez en venir. N'est-on 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 éblouis, 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.

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 !

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 doive 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, et moins il est visible, plus il est éclairé, et 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 de 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.

Salviati : Bien ! Voilà que vous raisonnez avec la lumière. Imaginez maintenant que cet éclairement 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'éclairement, et cette sensation est commandée par la quantité de lumière qui pénètre l'œil. L'œil voit lorsque la quantité de lumière provenant des objets n'est ni trop forte, ni trop faible.

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. Un détail me gêne cependant. Qu'en est-il de la couleur ? Car enfin, nous avons la sensation de la couleur également ?

Salviati : Votre interrogation est légitime. À ce sujet, Aristote pensait que la couleur était le stimulus de la vue. Pour reprendre l'idée d'ALHAZEN, disons que la lumière qui arrive sur un objet se teinte de la couleur de cet objet, transportant ainsi toutes les informations nécessaires à la perception de la couleur. C'est une sorte de lumière secondaire qui naît de l'éclairement à la surface de l'objet.

Dialogues sur les manières dont se fait la vision
Cécile DE HOSSON