



HAL
open science

La controverse historique : un outil didactique - partie 2

C. de Hosson

► **To cite this version:**

C. de Hosson. La controverse historique : un outil didactique - partie 2. Bulletin de l'Union des
Physiciens (1907-2003), 2005. hal-01663258

HAL Id: hal-01663258

<https://hal.science/hal-01663258>

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**
LDSP - Université Paris 7
cecile.dehossou@hotmail.com

PARTIE 2 : « ÉVALUATION D'UNE SÉANCE D'APPRENTISSAGE RÉALISÉE À PARTIR DU DIALOGUE 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 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 à partir d'entretiens réalisés avec des élèves de quatrième.

INTRODUCTION

L'acquisition du mécanisme optique de la vision nécessite que l'élève rompe avec ses propres représentations et qu'il construise un modèle dans lequel la lumière devient le vecteur de l'information visuelle, une entité invisible qui relie l'objet regardé à l'œil de l'observateur. Dans le cas qui nous occupe, l'histoire des sciences est utilisée comme inspirateur d'une stratégie didactique particulière qui doit aider l'élève à accepter que « pour voir un objet, il est nécessaire que de la lumière provenant de cet objet pénètre dans l'œil de l'observateur ». Cette stratégie s'exprime à travers un support d'enseignement construit autour du *Dialogue sur les manières dont s'effectue la vision*, dialogue que nous avons présenté en première partie de cet article⁽¹⁾.

(1) Voir Cécile de HOSSON, La controverse historique, un outil didactique. Partie 1 : Dialogue sur les manières dont se fait la vision, in *Bull. Un. Prof. Phys. Chim.*, n° 866, juillet-août-septembre 2004, p. 1057-1068.

Nous avons cherché à évaluer l'impact pédagogique et didactique de notre support d'enseignement. Pour cela, nous avons réalisé une séance d'apprentissage sous forme d'entretiens avec six binômes d'élèves interrogés successivement pendant une séance d'une heure⁽²⁾. Chaque entretien suit la trame d'un scénario didactique construit autour du *Dialogue*. Après avoir présenté ce scénario, nous exposerons les réactions des élèves interrogés à chaque étape-clé de l'entretien, en confrontant ces réactions à celles que nous aurons anticipées.

1. PRÉSENTATION DU SCÉNARIO DIDACTIQUE

L'entretien débute par une phase de présentation du problème à résoudre, celui du mécanisme de la vision. Nous demandons aux élèves de répondre à la question suivante : « **comment voit-on les objets qui nous entourent ?** ». Nous leur précisons qu'ils peuvent, s'ils le souhaitent, illustrer leur réponse d'un dessin. Si la plupart d'entre eux devraient évoquer l'idée d'une émission depuis l'œil vers l'objet, certains feront peut-être l'hypothèse d'une réception par l'œil de « quelque chose » émis par l'objet. Mais nous ne nous attendons pas à ce « quelque chose » soit identifié à la *lumière*. Il est possible que dans un même binôme les élèves s'opposent sur le « sens » de la vue créant ainsi une polémique qu'ils retrouveront exprimée dans le *Dialogue*. Sans nous prononcer sur la justesse de leurs réponses, nous leur présentons le texte qui devrait aider leur réflexion : « **Afin de comprendre comment fonctionne la vision, nous allons travailler à partir d'un texte. Ce texte est une conversation entre trois personnages qui discutent de la façon dont se fait la vision** ».

Nous leur proposons alors de lire le début du texte, jusqu'à « ...des odeurs dans le nez ? ». Cette deuxième phase a pour objet d'amener les élèves à accepter que la vue s'explique exclusivement dans un sens objet → œil. Nous leur posons alors la question suivante : « **Pensez-vous que les sens obéissent aux mêmes principes de fonctionnement ?** ». Nous faisons l'hypothèse qu'ils souscriront à l'opinion de SAGREDO et de SALVIATI, et qu'ils admettront que les sens fonctionnent tous sur le mode de la passion. Les exemples choisis par SALVIATI devraient les aider à accepter l'idée que la sensation s'explique par l'action d'un agent extérieur sur un organe spécifique. Si tel est le cas, ils devraient, à ce moment de l'entretien, commencer à s'interroger sur la nature de ce qui entre dans l'œil.

L'entretien se poursuit par une nouvelle étape de lecture depuis « ...Nous avons la sensation du goût... » jusqu'à « ...pendant dix secondes ? ». C'est la troisième phase de l'entretien. Nous leur demandons simplement de répondre à la question posée par SALVIATI et de justifier leur propos. Ils devraient tous répondre que regarder le Soleil est impossible, car dangereux. Sans doute parleront-ils d'éblouissement. Si tel est le cas, nous chercherons à savoir comment ils comprennent ce phénomène. Ils devraient alors expliquer les raisons de l'éblouissement par l'arrivée dans l'œil d'une très (trop ?) grande quantité de lumière.

(2) Entretiens réalisés au collège Les Coutures de Parmain (Val d'Oise).

Nous leur posons ensuite la question suivante : « **Pensez-vous que l'on puisse être ébloui par un objet ordinaire ?** ». Nous entrons alors dans la quatrième phase de notre entretien. Nous pensons que la plupart des élèves admettront qu'il est possible d'être ébloui par un objet ordinaire à condition que celui-ci soit fortement éclairé. Ils expliqueront sans doute que dans ce cas, l'objet renvoie dans l'œil la lumière qu'il reçoit. Nous chercherons alors à savoir s'ils pensent que ce renvoi est systématique à partir du moment où l'objet est éclairé ou s'ils imaginent que ce renvoi est fonction de la quantité de lumière qui atteint l'objet. Cette investigation sera initiée par une question du type : « **Est-ce que cet objet [un stylo posé sur la table] envoie de la lumière dans vos yeux ? Comment le savez-vous ? Comment pourriez-vous savoir que cet objet vous envoie de la lumière ?** ». Nous nous attendons à ce que les élèves émettent l'idée d'un seuil en dessous duquel un objet éclairé ne renvoie plus de lumière. Ce seuil devrait correspondre au cas où ils ne seraient plus éblouis par l'objet. Notre objectif sera alors de les faire passer d'un raisonnement qui associe « entrée de lumière dans l'œil » et « sensation d'éblouissement » à « entrée de lumière dans l'œil » et « vision ». Un tel passage nécessite que l'élève construise une nouvelle idée de la lumière qui rompt avec celle qu'il en a jusqu'à présent. Il va falloir qu'il passe d'une représentation où la « lumière » est considérée comme une entité visualisable qui, lorsqu'elle rentre dans l'œil éblouit, au concept de *lumière* compris comme une chose invisible qui, en entrant dans l'œil, provoque la vision.

Nous entamons alors la cinquième phase de notre entretien. Nous invitons les élèves à poursuivre la lecture du texte depuis « Quelle idée ! » jusqu'à « ...provoque l'ouïe ». Nous souhaitons qu'ils raisonnent à partir de l'analogie présentée par SALVIATI. Pour cela, nous leur demanderons si les deux situations (celle de l'ouïe et celle de la vue) leur semblent comparables : « **Pensez-vous que SALVIATI a raison de comparer la vue à l'ouïe, et que ce qui est valable pour le son, le soit également pour la lumière, c'est-à-dire que l'entrée dans l'œil d'une lumière modérée provoque la vue ?** ». Cette phase n'a pas pour objectif immédiat de faire admettre aux élèves que la vision est le résultat de l'entrée de la lumière dans l'œil. Toutefois, ce raisonnement par analogie devrait permettre à certains d'amorcer le processus d'abstraction qui les conduira à reconnaître que la lumière peut pénétrer l'œil sans que cela provoque une quelconque gêne. Cette phase repose bien évidemment sur l'hypothèse d'une adhésion des élèves à l'analogie proposée par SALVIATI, mais la difficulté est telle que nous prévoyons qu'à ce stade de l'entretien la plupart des élèves continueront à affirmer que lorsqu'un objet est éclairé et qu'il n'éblouit pas c'est que la lumière « reste » sur l'objet et qu'elle n'en repart pas, et donc, qu'elle n'entre pas dans l'œil.

La sixième phase de notre entretien consiste à faire admettre aux élèves qu'un objet ordinairement éclairé renvoie la lumière qu'il reçoit (mais en moindre quantité) alors même qu'ils ne se rendent pas compte de son arrivée dans l'œil, et que c'est cela qui rend cet objet visible (et non pas le simple fait qu'il soit éclairé). Nous leur proposons de lire le texte jusqu'à la fin (depuis « Si je comprends bien » jusqu'à « ...je suis séduit par votre théorie ». Suite à cette lecture, nous leur demandons de formuler une nouvelle

explication de la vision. Nous espérons qu'ils adoptent un raisonnement dans lequel la lumière est traitée de façon quantitative, et qu'ils acceptent que le passage de l'éblouissement à la vision n'est pas commandé par l'arrêt brutal de l'entrée de la lumière dans l'œil, mais par une diminution de la quantité de lumière qui pénètre l'œil. En d'autres termes, cette dernière partie de dialogue doit permettre aux élèves de passer d'un raisonnement construit en référence au principe du « tout ou rien » (la lumière rentre dans l'œil, je suis ébloui ; la lumière ne rentre plus, je vois), à un raisonnement plus complexe exprimé en termes de « trop », « suffisamment » ou « pas assez » : il s'agit alors d'associer la sensation d'éblouissement au « trop » de lumière, la vision au « suffisamment » et l'absence de vision au « pas assez ».

2. ANALYSE DES ENTRETIENS

Nous proposons une synthèse des discussions que nous avons enregistrées puis retranscrites. Les résultats obtenus ne concernent que les douze élèves que nous avons interviewés. Par conséquent, ils ne peuvent pas faire l'objet d'une quelconque généralisation⁽³⁾. Malgré tout, ils nous permettront sans doute de dégager un certain nombre de pistes de réflexion pour une utilisation de notre *Dialogue* en séance de classe.

2.1. Première phase : explication spontanée du mécanisme de la vision

Globalement, la moitié des élèves (six sur les douze interrogés) explique la vision par l'envoi de « quelque chose » depuis l'œil désigné par les termes « vision », « regard » ou encore un « radar ». Trois élèves disent que l'œil reçoit une « image » ou un « truc » de la part de l'objet. La lumière n'est spontanément évoquée que par un élève. Celui-ci interprète la vision d'une façon tout à fait satisfaisante : « la vue c'est la lumière qui entre dans l'œil ». Son explication est néanmoins rejetée par sa camarade ; selon elle, si la lumière entre dans les yeux, on est ébloui :

Étienne : La vue, c'est la lumière qui entre dans l'œil, qui va sur la rétine et après le cerveau fait l'image.

Julie : Moi je ne crois pas, parce que la lumière // **La lumière ça éblouit si on t'en met dans l'œil.**

Étienne : Mais non, pas toujours ! **Ça dépend s'il y en a beaucoup ou pas.** Mais c'est la lumière qui permet de voir.

Prof. : Vous êtes d'accord ?

Julie : Non, moi je crois que c'est l'objet qui envoie une image. Ça va être renversé par l'œil et le cerveau remet le truc à l'endroit.

Étienne et Julie (binôme 5) ne s'opposent pas sur le sens de la vue (ils l'envisagent tous les deux dans le sens objet → œil), mais sur la nature de l'entité qui, partant de l'objet, pénètre l'œil. Pour Étienne il s'agit de la lumière, pour Julie d'une image. Et ce

(3) Dans chacun des extraits présentés ici, Prof désigne nous-mêmes.

qui est remarquable c'est qu'Étienne propose une explication dans laquelle la lumière est traitée de façon quantitative : « ça dépend s'il y en a beaucoup ou pas ».

Dans trois binômes (sur les six concernés par notre recherche), les élèves expriment des opinions contradictoires. Océane et Thomas (binôme 3) s'opposent sur le sens de la vue, tout comme Charles et Morgane (binôme 2), et Kevin et Florestan (binôme 6). Quant à Annabelle et Camille (binôme 1), elles s'accordent pour expliquer la vision dans un sens œil → objet. Pour Annabelle l'œil envoie une « vision », pour Camille un « regard ». Enfin, Pierre et Alexis (binôme 4) jugent la question difficile et ne proposent aucune explication. Suite à ces échanges, les élèves restent chacun avec leur idée du « sens » de la vue. Cinq élèves expliquent la vue dans un sens œil → objet, cinq dans un sens objet → œil.

2.2. Deuxième phase : les cinq sens fonctionnent sur un principe identique, celui de la passion

Nous leur proposons de lire le début de *Dialogue*, depuis « Je vous ai réunis aujourd'hui... » jusqu'à « ...des odeurs dans le nez ». Suite à cette première période de lecture, certains élèves ne manquent pas de souligner qu'ils reconnaissent leurs idées (et leur désaccord) dans celles évoquées par les protagonistes de la conversation.

Notre objectif est ici d'amener les élèves à reconnaître que la vue fonctionne sur le même mode que tous les autres sens, à savoir, que l'organe sensoriel est stimulé par un agent extérieur. Nous leur demandons s'ils sont d'accord avec SALVIATI pour affirmer que tous les sens fonctionnent de la même façon. Tous les élèves reconnaissent la « logique » de l'argumentation aristotélicienne et la comparaison explicite avec les autres sens s'avère probante. Morgane (binôme 2) en déduit par exemple « qu'à chaque fois, il y a un truc qui entre ». Parmi les cinq élèves qui avaient évoqué dans un premier temps l'idée d'un sens œil → objet, quatre disent qu'ils se sont finalement peut-être trompés. C'est le cas notamment d'Océane (binôme 3) : « **je crois que je me suis trompée**. Ça doit marcher comme le son. Il y a un truc qui rentre dans l'œil ».

Tous les élèves ayant changé d'avis sur le sens de la vue paraissent convaincus du bien-fondé du raisonnement de SALVIATI, mais ils se trouvent confrontés à la difficulté d'identifier l'entité censée pénétrer l'œil. Ainsi pour Florestan : « Ce serait logique que tous les sens fonctionnent pareil, mais bon, **c'est quoi le truc qui entre dans l'œil ?** ». Annabelle (binôme 1) pose une question analogue : « Je crois que c'est quelque chose qui entre dans l'œil, mais quoi ? Ça doit être quelque chose qu'on ne connaît pas encore ».

À l'issue de cette deuxième phase de l'entretien, onze élèves (sur les douze interrogés) semblent convaincus que la vision d'un objet résulte de l'action sur l'œil d'un agent extérieur provenant de cet objet. Le début de *Dialogue* a conforté les élèves qui avaient émis l'hypothèse d'un fonctionnement de la vue dans le sens objet → œil, et a convaincu la quasi-totalité de ceux qui avançaient l'idée d'une émission depuis l'œil. L'analyse de cette deuxième phase d'entretien nous permet de penser que l'argument selon lequel les sens fonctionnent tous selon une modalité fondée sur la passion conduit les élèves à envi-

sager la vision dans un sens objet → œil. Et même si l'identification du stimulus demeure très difficile, elle passionne tous les élèves.

2.3. Troisième phase : la sensation d'éblouissement

La deuxième phase de l'entretien s'achève donc sur la question de l'entité qui, partant des objets, entre dans l'œil. Nous proposons aux élèves de lire la réplique de SALVIATI depuis « ...nous avons la sensation du goût... » jusqu'à « ...pendant dix secondes ? », et de répondre à la question posée par SALVIATI.

Tous les élèves répondent que regarder le Soleil est insoutenable et dangereux. Certains associent la sensation d'éblouissement au simple fait de l'entrée de la lumière du Soleil dans les yeux. Pour Kevin (binôme 6), il est impossible de regarder fixement le Soleil, car dans ce cas, « la lumière vient dans nos yeux ». En revanche, dans trois binômes les raisons invoquées rendent explicitement compte de l'excès de lumière qui arrive alors dans l'œil. Thomas (binôme 3) parle d'un « **surplus** de lumière sur la rétine ». Ces réponses laissent entrevoir les prémices d'un raisonnement quantitatif.

La situation expérimentale évoquée par SALVIATI amène Camille (binôme 1) sur une voie tout à fait inattendue. Rappelons qu'à ce moment de l'entretien, Camille est la seule à soutenir que la vue s'effectue dans un sens œil → objet. Selon elle, le fait d'avoir à tourner la tête pour voir implique que l'œil est actif dans le processus de la vision. À la question posée par SALVIATI, Camille répond qu'il n'est pas possible de regarder le Soleil, car dans ce cas « la lumière entre dans les yeux ». Au moment où elle prononce cette phrase, elle réalise que la lumière peut avoir un effet sur l'œil qui n'est pas nécessairement caractérisé par une gêne. Pour Camille, l'entrée de la lumière dans les yeux entraîne également une modification de la forme de la pupille (celle des humains, mais également celle des chats) :

Mais alors, c'est la lumière qui entre dans nos yeux ! C'est pour ça que les chats ils ont une toute petite pupille dans la journée, pour ne pas qu'il y ait **trop** de lumière qui entre dans l'œil.

Nous ne savons pas si la lumière dont parle Camille provient des objets qui l'entourent, ou s'il s'agit de la lumière présente sous la forme d'un « bain » au sens défini par Édith GUESNE⁽⁴⁾. Mais ce qui semble clair c'est qu'elle associe le changement de forme de la pupille à la quantité de lumière qui pénètre l'œil.

2.4. Quatrième phase : peut-on être ébloui par des objets ordinaires ?

Nous demandons ensuite aux élèves s'ils pensent pouvoir être éblouis par un objet et de décrire ce qui se passe alors. Nous entendons mettre en évidence, dans les raisonnements des élèves, l'existence subjective d'un seuil à partir duquel la lumière « resterait » sur l'objet vu. Cela signifierait que la diffusion n'est pas perçue comme un phéno-

(4) Le « bain de lumière » représente en fait la lumière ambiante, celle du jour. Voir GUESNE, Les conceptions des enfants sur la lumière, *New trends in physics teaching*, UNESCO, vol. 4, 1984.

mène associé à l'éclairement. À la question « Pensez-vous pouvoir être ébloui par un objet ? », la plupart des élèves répond que c'est possible à condition que l'objet soit un miroir ou qu'il soit très fortement éclairé.

Pour Alexis, on est ébloui, car la lumière « rebondit » sur l'objet et blesse l'œil. C'est également l'avis de Camille pour qui « la lumière vient sur l'objet, rebondit et agresse l'œil ». Conformément à ce que nous supposons, la majorité des élèves interrogés associe l'entrée de lumière dans l'œil à la sensation d'éblouissement. Pour ces élèves, le renvoi de la lumière par les objets est reconnu dans les situations où les objets aveuglent. Dans ces cas-là, la lumière est tellement « forte » qu'elle rebondit sur les objets. Autrement dit, il existe chez certains élèves un seuil à partir duquel la lumière n'est pas renvoyée par les objets, et ce seuil est déterminé par la seule perception sensorielle (le fait de ne plus être ébloui). Huit élèves (sur les douze interrogés) disent que le moment où l'éblouissement cesse, correspond au moment où la lumière « reste » sur l'objet. C'est le cas notamment de Kevin et de Florestan (binôme 6) :

Prof : À votre avis, est-ce qu'à part le Soleil, on peut être ébloui / par exemple, par un objet ? Est-ce que vous pourriez être éblouis par ce stylo, là ?

Florestan : Si la lumière est très forte, elle peut se refléter // Elle se reflète sur le stylo et elle entre dans l'œil, et on est ébloui.

Prof : Et à partir de quand on n'est plus ébloui ?

Florestan : Quand la lumière elle se reflète plus.

Kevin : Elle reste sur les objets.

Pour ces élèves, le moment où la sensation d'éblouissement disparaît correspond au seuil à partir duquel la lumière ne rentre plus dans l'œil. Celui-ci coïncide, selon eux, avec le moment où les objets ne renvoient plus de lumière.

Quatre élèves soutiennent l'idée opposée. Pour eux, les objets renvoient continuellement la lumière qu'ils reçoivent sans que l'on s'en rende compte. Ainsi pour Charles (binôme 2) : « **la lumière elle repart toujours, mais on ne s'en rend pas compte**, c'est comme si elle ne repartait pas, c'est très faible ». À ce moment là de l'entretien, nous n'avons pas les moyens de savoir si Charles fait le lien entre la vision et l'entrée de la lumière dans l'œil.

À l'issue de cette quatrième phase, deux élèves (Étienne et Thomas) interprètent la vision de façon conforme à nos attentes. Deux autres élèves (Camille et Charles) disent que les objets éclairés renvoient la lumière qu'ils reçoivent sans subordonner ce phénomène à une sensation de gêne ou d'éblouissement, mais nous ignorons si ces élèves font le lien entre la vision des objets et l'envoi de la lumière par les objets dans l'œil de l'observateur. En outre, parmi ces quatre élèves (Étienne, Thomas, Camille et Charles), deux (Camille et Étienne) appuient spontanément leur raisonnement sur un argument biologique lié au fonctionnement de la pupille. Les huit autres élèves (c'est-à-dire la grande majorité) admettent que les objets renvoient la lumière uniquement lorsque celle-ci est suffisamment forte pour « rebondir ». Dans ce cas, elle pénètre l'œil de l'observateur qui est alors ébloui. L'entrée de la lumière dans l'œil serait, pour ces élèves, un facteur limitant pour la vue.

2.5. Cinquième phase : raisonner en quantité de lumière (analogie avec l'ouïe)

Nous rappelons aux élèves que nous cherchons à comprendre comment fonctionne la vision. Puis nous les invitons à poursuivre la lecture du texte, depuis « Quelle idée ! » jusqu'à « ...provoque l'ouïe ». Nous souhaitons mesurer les effets d'une analogie avec le mécanisme de l'ouïe. La deuxième phase de l'entretien nous a permis de constater que le rapprochement entre la vue et l'ouïe semblait poser quelques difficultés aux élèves. Certains parmi eux avaient notamment souligné qu'il leur paraissait difficile de trouver un équivalent du son pour la vue. À cette nouvelle phase de l'entretien, Kevin et Florestan (binôme 6) paraissent sensibles à l'analogie proposée par SALVIATI même s'ils expriment une réserve :

Kevin : Ben en fait // En fait, c'est faux ce qu'on a dit avant.

Prof. : Comment ça ?

Kevin : Ben, les objets ils envoient toujours de la lumière, et c'est ça qui permet de voir.

Prof. : Et on n'est pas ébloui alors ?

Florestan : Non, c'est une question de quantité / de quantité.

Prof. : Expliquez-moi ça.

Florestan : Ben la vision // la vision, c'est quand de la lumière entre dans l'œil, mais pas trop. C'est un juste milieu.

Kevin : Mais, quand même, ce qui est bizarre c'est **qu'on ne s'en rend pas compte, alors que pour le son, on l'entend, mais la lumière, on ne la voit pas.**

L'analogie avec le sens de l'ouïe conduit Kevin et Florestan à proposer une explication du mécanisme de la vision correcte, dans laquelle la lumière est traitée de façon quantitative : « C'est une question de quantité » confirme Florestan. Il semble que pour ces deux élèves l'entrée de la lumière dans l'œil ne soit plus considérée comme la cause de l'éblouissement, mais comme la cause de la vision. Kevin revient sur ses précédentes assertions - « les objets ne renvoient pas la lumière » - pour finalement affirmer que « les objets envoient toujours de la lumière » et que « c'est ça qui permet de voir ». Il réalise que cette interprétation « bizarre » demande un certain effort d'imagination : « on s'en rend pas compte », puisque le son n'est pas comparable à la lumière : « **le son on l'entend, mais la lumière on la voit pas** ». La *lumière* dont il est question ici ne désigne ni les sources ni les impacts lumineux, c'est-à-dire, la « lumière qui se voit ». À son tour, Kevin affirme que la *lumière* est une entité invisible.

Quant à Charles (binôme 2) qui affirmait que « la lumière arrive toujours [des objets] mais que l'on ne s'en rend pas compte », il émet timidement l'hypothèse que la vision « c'est peut-être la lumière qui part des objets et qui fait voir l'image ».

À l'issue de cette période de lecture, Kevin, Florestan et Charles construisent une nouvelle idée de la lumière et de la vision, en rupture avec leurs représentations initiales. De même en est-il pour Alexis (binôme 4) :

Ce n'est pas pareil que ce qu'on a dit avant. En fait, la lumière, elle rentre toujours dans les yeux quand on voit. C'est juste qu'elle rentre moins. Du coup, on ne la sent pas.

Là encore, l'analogie avec le sens de l'ouïe conduit Pierre et Alexis à traiter la lumière de façon quantitative pour construire un modèle de la vision rationnellement acceptable. C'est une démarche identique qui permet à Océane (binôme 3) de rejoindre l'opinion de son camarade :

Eh ben, il a raison, on ne sent pas la lumière, mais elle rentre dans l'œil quand même. C'est juste qu'il ne faut pas qu'il y en ait trop pour voir. **C'est une question de quantité.**

En revanche, la comparaison proposée par SALVIATI ne convainc ni les élèves du binôme 1 et ni Morgane (binôme 2). Et ce qui paraît surprenant c'est que Camille (binôme 1) avait accepté l'idée du renvoi systématique de la lumière par les objets ordinairement éclairés. Nous pensions, à tort, que cette étape serait suffisante pour lui permettre de faire de la lumière le *stimulus* de la vue.

À l'issue de cette cinquième phase d'entretien, neuf élèves (sur les douze concernés par notre expérimentation) reconnaissent que la lumière est le *stimulus* de la vue. L'analogie avec le sens de l'ouïe paraît les orienter vers un raisonnement dans lequel la lumière est traitée de façon quantitative. La diffusion devient pour ces élèves un phénomène associé à l'éclaircissement et non une conséquence de la grande quantité de lumière qui atteint l'objet. La majorité des élèves remet en cause l'idée de l'existence d'un seuil commandé par une sensation d'éblouissement en deçà duquel la lumière ne serait plus renvoyée par les objets. L'éblouissement et l'entrée de la lumière dans l'œil deviennent des faits dont l'association n'est plus exclusive.

2.6. Sixième phase : explication du mécanisme optique de la vision

Les entretiens se poursuivent par une dernière étape de lecture. Nous invitons les élèves à lire le texte jusqu'à la fin (depuis « Si je comprends bien... » jusqu'à « ...je suis séduit par votre théorie ». Suite à cette lecture, nous leur demandons ce qu'ils pensent du raisonnement de SALVIATI. Tous les élèves qui, à l'issue de la phase précédente, expliquaient la vision de façon satisfaisante voient leur opinion confortée par les propos de SALVIATI, ce qui ne manque d'enthousiasmer un certain nombre d'entre eux. C'est le cas notamment de Charles (binôme 2), dont l'interprétation ne semblait auparavant pas très assurée :

Charles : C'est exactement ce que j'ai expliqué.

Prof. : Oui, c'est-à-dire ?

Charles : **La lumière elle éclaire l'objet. Après, l'objet renvoie la lumière dans nos yeux. Quand il y en a trop qui arrive, on est ébloui, et quand il y en a juste ce qu'il faut, on voit bien. Et quand il n'y en a pas du tout, on ne voit rien.**

Morgane : C'est comme dans la phrase.

Prof. : Laquelle ?

Morgane : Euh, attendez // « L'homme voit lorsque la quantité de lumière provenant des objets et qui pénètre son œil n'est ni trop forte, ni trop faible ».

Prof. : Et vous êtes d'accord ?

Morgane : Oui.

Cette conversation entre Morgane et Charles est intéressante pour plusieurs raisons. D'abord, l'explication de Charles est tout à fait remarquable. La lumière, traitée de façon quantitative, est considérée comme le *stimulus* de la vue, et le moment où elle n'arrive plus dans l'œil correspond au moment où la vision est impossible. Ensuite, Morgane intervient pour rapprocher les propos de Charles à ceux de SALVIATI en citant le passage du *Dialogue* concerné, et paraît convaincue à la fois par son camarade et par le texte. Deux autres élèves (Océane binôme 3 et Julie binôme 5) font spontanément référence au texte pour souligner la justesse et la valeur de leur propre interprétation en référence à celle de SALVIATI. Quant à Annabelle et Camille (binôme 1), elles semblent cette fois convaincues par l'explication de SALVIATI.

Alors que la lecture du *Dialogue* s'achève, tous les élèves semblent admettre que la vision d'un objet nécessite l'envoi de lumière par cet objet dans les yeux de l'observateur. Cette sixième étape peut paraître plus transmissive que les précédentes puisque le modèle de la vision est présenté dans le texte par SALVIATI. Cependant, il nous semble important de rappeler que l'explication de Salviati est en fait, pour neuf des douze élèves interrogés, un support de vérification. En outre, il convient de signaler qu'elle n'est pas donnée d'emblée, mais qu'elle constitue l'issue d'un itinéraire cognitif dans lequel tous les élèves se sont engagés. Or, pour trois d'entre eux, ce cheminement n'a certes pas abouti à la formulation d'une interprétation de la vision satisfaisante, mais il leur a permis de s'investir dans une démarche de recherche, de formuler des hypothèses illustrées par un certain nombre d'expériences de pensée. Au bout du compte, ces élèves se sentent concernés par le problème du mécanisme de la vision, ce qui leur permet de s'approprier une nouvelle idée de la lumière et de la vision.

2.7. Bilan : les élèves et le *Dialogue* sur les manières dont se fait la vision

L'objectif de cette dernière partie est de connaître l'avis des élèves sur le texte, qu'il leur a été proposé. Nous leur avons simplement demandé si celui-ci leur avait semblé difficile, utile et pourquoi. Leurs réponses sont à la fois riches et variées. Elles peuvent faire l'objet d'un traitement thématique qui mettra en évidence certaines récurrences, même si les élèves ne se prononcent pas tous sur des sujets identiques.

2.7.1. La spécificité littéraire du texte

À l'exception d'Annabelle qui trouve le *Dialogue* « difficile », les élèves le jugent plutôt accessible. C'est le cas par exemple de Thomas (binôme 3) :

Un dialogue, là comme ça, c'est plus facile à lire, c'est aéré et ça donne envie de lire. Et puis, ce texte, il n'est pas trop dur finalement. Au début, j'ai eu un peu peur que ce soit comme du français ancien, difficile à comprendre. Et en fait, ça va, c'était facile.

D'autres élèves apprécient, comme Thomas, le procédé littéraire utilisé, et disent préférer le *Dialogue* à d'autres types de textes habituellement utilisés en classe. Florestan (binôme 6) trouve le texte « moins ennuyeux que ceux de d'habitude parce que c'est une discussion ». C'est également l'avis d'Alexis et de Pierre (binôme 4) :

Prof. : Qu'avez-vous pensé du texte ?

Pierre : Ben **c'est plus intéressant comme ça qu'un cours normal.**

Alexis : On préfère lire un cours comme ça qu'un paragraphe tout serré. Une discussion, c'est plus facile à lire qu'un paragraphe.

La réponse de Pierre « c'est plus intéressant comme ça qu'un cours normal » a de quoi nous surprendre. En effet, à l'issue de la première période de lecture nous lui avons demandé ce qu'il avait compris du texte, question à laquelle il avait répondu « rien, c'est difficile ». Étant donnée l'hétérogénéité des élèves interrogés, nous pensons que notre *Dialogue* est adapté à un public de quatrième, quel que soit son niveau, et que la forme littéraire utilisée est un facteur de motivation non négligeable.

2.7.2. La dimension cognitive et métacognitive

Certains élèves reconnaissent spontanément avoir appris quelque chose et avouent être troublés par le fait que ce savoir nouvellement acquis soit en opposition avec ce qu'ils pensaient initialement. Pour Annabelle (binôme 1) : « l'entretien est perturbant parce que qu'on arrive avec une idée et on ressort avec une autre ».

Ce qui est intéressant c'est que lorsqu'on leur pose clairement la question ces élèves sont capables de préciser à quel moment de la lecture ou de l'entretien ils pensent avoir compris le mécanisme optique de la vision. Annabelle explique que « quand on sait que les sens fonctionnent de la même façon, ça aide ». Pierre (binôme 4) quant à lui affirme qu'il a compris « quand ils parlent de l'éblouissement ».

2.7.3. La dimension transdisciplinaire

Quelques élèves s'attachent à la dimension transdisciplinaire du *Dialogue*. Ils remarquent que celui-ci se trouve au carrefour de plusieurs disciplines, et présentent cet aspect comme un argument favorable ainsi que le montre ce commentaire d'Étienne (binôme 5) :

Étienne : Moi je pense qu'un texte comme ça, **ça donne de la cohérence aux matières.**

Prof. : C'est-à-dire ?

Étienne : Eh bien, ça fait un lien avec l'histoire-géo par exemple. Parce qu'on s'embrouille quand on change toujours de sujet.

À ce sujet, Florestan précise que ce type de support « pourrait être utilisé en français », et il ajoute que « ça changerait de faire de la physique en français ». Camille suggère quant à elle, qu'il pourrait être « intéressant d'étudier l'époque de la discussion en même temps en cours d'histoire ». Ces élèves semblent particulièrement sensibles au fait que le texte puisse potentiellement favoriser des liens entre certaines disciplines scolaires. Dans les pratiques pédagogiques courantes, celles-ci sont plutôt disjointes, ce qui a généré

ralement pour effet de contrarier la tendance syncrétique⁽⁵⁾ naturelle de l'élève et, comme le dit Étienne, d'« embrouiller ».

2.7.4. La dimension historique : l'identification aux savants disparus

De nombreux élèves reviennent sur la dimension historique du *Dialogue*, dimension qui, selon eux, présente de nombreux avantages. L'histoire telle que nous l'avons mise en scène dans notre texte permet aux élèves d'avoir accès à la pensée des anciens, ce que la plupart paraît apprécier, comme Julie (binôme 5) : « C'est intéressant de parler des gens, avant, de ce qu'ils ont fait / ce qu'ils pensaient » ou Kevin : « Ce qui est marrant, c'est qu'on disait la même chose qu'eux ». L'intérêt pour la pensée du savant disparu est également souligné par Océane (binôme 3) :

Moi j'ai bien aimé. C'est de l'histoire des sciences et c'est bien parce que ça sert à savoir ce que les autres pensaient avant. En plus, **moi ce que j'ai dit tout à l'heure** [l'œil envoie une vision], **c'était comme le début du texte alors ça me rassure de voir qu'il y en a qui ont pensé pareil.**

L'argument développé par Océane montre que l'opportunité qui est offerte aux élèves de pouvoir s'identifier aux personnages du texte a quelques effets positifs. D'une part, le fait qu'ils puissent rapprocher leurs idées de celles des anciens semble leur permettre de dramatiser la portée de leur erreur, ou, sur un registre identique, de valoriser leurs réponses lorsque celles-ci sont correctes. C'est en tout cas l'opinion d'Étienne (binôme 5) :

Moi je savais que les théories du début étaient fausses et **c'est gratifiant de contredire un savant** et d'avoir raison.

Par le jeu de l'identification au savant disparu, l'histoire des sciences devient par conséquent un outil de valorisation performant, mais également un outil d'apprentissage identifié comme tel par Morgane (binôme 2) :

En fait, comparer par rapport à avant comment on a compris, **ça peut aider après si on a les mêmes problèmes qu'eux.**

Parce qu'elle est témoin du cheminement ayant conduit à l'élaboration d'une explication optique de la vision, la perspective historique constitue donc pour certains élèves une aide à l'apprentissage, un moyen de comprendre comment les connaissances se sont construites.

Outre les motivations liées à l'histoire en elle-même, les raisons invoquées font majoritairement état d'une possible identification de leurs idées à celles développées par les personnages du texte. Or, ce qui nous paraît fondamental, c'est que ceux-ci soient reconnus comme les tenants de théories ayant existé. Autrement dit, le *Dialogue* ne semble pas perçu comme un inventaire d'idées fictives sans attache historique, mais bien comme la mise en scène crédible d'une polémique qui aurait réellement pu se tenir dans le passé. Le fait que les noms de certains savants soient cités contribue sans doute à faire de ce

(5) Selon une approche psychologique, le terme « syncrétisme » désigne une tendance à combiner de façon peu cohérente différents systèmes, à appréhender de manière globale et indifférenciée des objets ou des domaines distincts les uns des autres. D'après la définition proposée par *Le Robert*, édition 2004.

texte un support historique identifié comme tel par les élèves. La part prise par ALHAZEN dans l'histoire de l'optique est-elle soulignée par Océane, et ce, d'une façon tout à fait inattendue :

Le texte est intéressant parce qu'il **valorise la découverte d'un arabe**, comment il s'appelle déjà ? // Attendez, c'est là, dans le texte / Voilà, Alhazen ! Et ça, *c'est bien contre le racisme*.

Ce dernier avantage lié à l'utilisation de l'histoire des sciences et mis en avant par Océane n'est sans doute pas à négliger.

CONCLUSION

Les entretiens tel que nous les avons réalisés nous ont permis de suivre pas à pas le cheminement des élèves tout au long de la séance d'apprentissage, et ce, en respectant la trame du scénario que nous avions initialement prévu. La plupart des hypothèses que nous avions formulées se sont vues confirmées par les réactions des élèves à chacune des étapes des entretiens. De plus, le fait que nous ayons procédé à des interviews avec des binômes (et non de façon individuelle) a favorisé l'émergence de débats contradictoires dans lesquels les élèves ont parfois dû faire preuve d'une force argumentative suffisamment convaincante pour imposer leurs opinions. Mais cela a permis également à certains de profiter des explications proposées par leur camarade pour progresser dans leur cheminement intellectuel.

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 du *Dialogue*, ce qui a eu pour effet de valoriser chacune de leurs réponses (qu'elle fut correcte ou non), et de les mettre en confiance (nous avons, parmi les élèves interrogés, des élèves de niveau plutôt faible). Les élèves ont alors pu adhérer au parcours cognitif mis en scène par le texte.

Nous avons testé notre outil d'enseignement en situation réelle de classe avec des élèves quatrième avant enseignement d'optique⁽⁶⁾. Sans entrer dans les détails d'une analyse que nous ne pouvons présenter ici, nous tenons toutefois à en donner succinctement quelques résultats. Il nous est très vite apparu que l'appropriation du texte par les élèves en groupe-classe (et non plus en binôme) 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. Chaque phase de lecture semble indissociable d'une phase d'analyse littéraire, qui certes ne pourra être que brève mais qui s'avère néanmoins nécessaire. En outre, il paraît important que les élèves puissent préciser, dès la première phase de lecture, la forme du texte proposé (ainsi que les raisons pour lesquelles cette forme est utilisée), l'enjeu de la discussion et le rôle supposé des trois personnages. Pour ce qui

(6) Séances réalisées dans trois classes du collège Les Coutures, Parmain (Val d'Oise).

est du parcours cognitif lui-même, nous n'avons pas noté de différence essentielle entre celui des élèves de nos entretiens et celui des élèves en groupe-classe. Les discussions sont animées et conduisent aux mêmes débats, aux mêmes questionnements, et finalement aux mêmes conclusions. Comme leurs camarades, ces élèves apprécient le dialogue et la façon dont la séance s'organise autour du texte.

BIBLIOGRAPHIE

- ◆ ARTIGUES M. Ingénierie didactique in *Actes de la 5^e École d'été de Didactique des Mathématiques*, Plestin les Grèves, août 1989.
- ◆ BALIBAR F. L'histoire des sciences, pour une école de pensée critique. *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles*, Hachette éducation, 1993, p. 37-42.
- ◆ DOISE W et MUGNY G. *Le développement social de l'intelligence*. InterEditions, 1981.
- ◆ DOISE W et MUGNY G. *Psychologie sociale et développement cognitif*. Paris : Colin, 1997.
- ◆ GUESNE E. Les conceptions des enfants sur la lumière. *New trends in physics teaching*, vol. 4, UNESCO, 1984.
- ◆ DE HOSSON C. La controverse historique : un outil didactique. *Bull. Un. Prof. Phys. Chim.*, juillet-août-septembre 2004, vol. 98, n° 866, p. 1057-1068.
- ◆ DE HOSSON C. *Contribution à l'analyse des interactions entre histoire et didactique des sciences. Élaboration d'un support d'enseignement du mécanisme optique de la vision pour l'école primaire et le collège et premiers éléments d'évaluation*. Thèse, Université Paris 7, 2004.
- ◆ MÉHEUT M. et PSILLOS D. Teaching-learning sequences : aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, avril 2004, vol. 26, n° 5, p. 515-535.
- ◆ MEIRIEU P. *La métacognition, une aide au travail des élèves*. ESF, 2001.
- ◆ Viennot L. et DEBRU C. *Enquête sur le concept de causalité*. PUF, 2003.



Cécile de HOSSON

Attachée d'enseignement et de recherche
Laboratoire de Didactique des sciences physiques
Université Paris 7.