Tréma

3-4 | 1993

Didactique de la physique

Thème n°1 : optique en classe de Quatrième

W. Kaminski

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/trema/2390>

DOI : 10.4000/trema.2390

ISSN : 2107-0997

Éditeur

Faculté d'Éducation de l'université de Montpellier

Édition imprimée

Date de publication : 1 mai 1993

Pagination : 131-139

ISSN : 1167-315X

Référence électronique

W. Kaminski, « Thème n°1 : optique en classe de Quatrième », *Tréma* [En ligne], 3-4 | 1993, mis en ligne le 01 mai 1993, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/trema/2390> ; DOI : 10.4000/trema.2390

Ce document a été généré automatiquement le 1 mai 2019.

Tréma

Thème n°1 : optique en classe de Quatrième

W. Kaminski

Premier thème Optique élémentaire en classe de Quatrième

- 1 Le texte ci-après résume les points essentiels et les conclusions de la thèse de Doctorat de W. Kaminski : « Optique élémentaire en classe de Quatrième : raisons et impact sur les maîtres d'une maquette d'enseignement », soutenue à l'Université Paris VII, en 1991.

1. Origines du projet

- 2 Notre maquette d'activités en optique élémentaire est destinée aux élèves de quatrième. Son élaboration a été inspirée par les résultats de recherches sur les raisonnements et les difficultés des élèves. D'où l'objectif principal : construire un projet d'enseignement susceptible de mettre en évidence, d'affronter et de dépasser les obstacles conceptuels « résistant » à l'enseignement traditionnel. Les obstacles visés portent sur les notions fondamentales telles que le concept de lumière même, le principe de la propagation rectiligne et isotrope, le rôle de la lumière dans la formation d'ombre, les principes de la formation d'image par une lentille mince, etc.

2. Présentation de la maquette

- 3 Notre projet d'enseignement d'optique élémentaire, prévu pour une durée d'une trentaine d'heures, est composé de cinq séquences d'activités expérimentales qui portent respectivement sur les thèmes suivants :
- La composition de la lumière blanche, le rôle des filtres et de l'écran diffusant, les synthèses soustractive et additive.

- La propagation rectiligne et isotrope de la lumière. (Thème de synthèse entre les deux premières séquences : « Ombres colorées ».)
 - Les lentilles (simples et convergentes) : notion d'image à partir d'une schématisation fondée sur des manipulations expérimentales, rôles de tous les éléments de la chaîne optique, luminosité et netteté de l'image.
 - La prise de distance par rapport aux procédés de visualisation des pinceaux lumineux.
 - La chambre noire, thème de synthèse - analyse de l'influence de la forme et de la taille du trou dans les deux cas suivants : le trou est vide, ou bien il est recouvert d'une lentille.
- 4 Chaque séquence est divisée en plusieurs épisodes : entre trois et huit selon la séquence, d'une durée entre 20 minutes (pour les épisodes au début d'une séquence) et 90 minutes (pour certains épisodes pouvant donner lieu à des approfondissements, des modulations et des extensions de la progression initiale). Pour chaque épisode, nous avons précisé, sous la forme d'une liste détaillée, les objectifs, la description du matériel expérimental et les conseils de fabrication des pièces originales, les manipulations et les questions posées aux élèves, les interventions du maître, les difficultés à prévoir et les situations susceptibles d'enrichir la discussion en classe. Nous avons souhaité encourager la motivation, l'initiative et la curiosité des élèves : au cours des séquences proposées, leur activité est constamment sollicitée, notamment par de nombreux exercices du type « prévision/confrontation avec l'expérience ». L'ordre des activités proposées est soumis au principe « d'emboîtement conceptuel » : chaque objectif-« cible » devient progressivement un objectif- « outil » dont l'élève est censé se servir pour atteindre d'autres objectifs- « cibles », aussi bien à l'intérieur d'une séquence, qu'en passant de l'une à l'autre.

3. Présentation de l'expérimentation

- 5 Le projet d'enseignement décrit ci-dessus a été proposé à 120 professeurs de collège dans le cadre de la Formation des Maîtres à l'Université Paris VII (1987-1990 : sept stages, chacun d'une trentaine d'heures et pour douze à vingt stagiaires). Tous se sont prêtés au jeu « à l'élève » en manipulant, émettant les hypothèses, proposant les justifications, confrontant les prévisions avec l'expérience, modifiant les montages pour approfondir l'exploration, essayant les interprétations, etc.
- 6 En revanche, différentes formes de participation à la recherche, et différents questionnaires ont été proposés aux professeurs durant les différents stages :
- N_1 = 23 stagiaires ont répondu aux questions, posées au début du stage, qui avaient pour but de voir si, et dans quelle mesure, ils partageaient les mêmes difficultés conceptuelles que leurs élèves.
 - N_2 = 12 stagiaires, que nous avons appelé « professeurs-juges », ont examiné les réponses des élèves de la classe de quatrième (après l'enseignement) aux questions de l'enquête (les mêmes que pour les enseignants du groupe N_1). Ils n'ont pas eu eux-mêmes à répondre à ces questions, ils ont pu vérifier toutes les prévisions demandées en effectuant les manipulations indiquées dans les consignes. Ils connaissaient ainsi les réponses correctes. Leur rôle de « juges » consistait à examiner toutes les prévisions recueillies pour décider, selon leurs propres critères, si elles étaient acceptables ou non. Nous avons trouvé là des informations indirectes sur les objectifs d'enseignement de ces professeurs.

- $N_3 = 38$ et $N_4 = 32$ stagiaires, interrogés en fin de stage, ont participé à un essai d'évaluation par comparaison de réponses avec (entre autres) un groupe « témoin » d'adultes étudiants en Licence de Physique (à l'Université Paris VII).
 - $N_5 = 12$ stagiaires se sont prêtés à l'évaluation de l'impact de nos séquences : ils ont répondu aux questions portant sur l'intérêt de la formation proposée pour eux-mêmes et sur leurs intentions quant à l'utilisation (ou non) ultérieure (quelles séquences, dans quel ordre ?) des éléments des activités proposées.
- 7 Notre maquette d'enseignement d'optique élémentaire n'a pas été expérimentée avec les élèves de quatrième. Nous n'avons donc pas d'informations directes ni sur la viabilité de notre proposition, ni sur les réactions des élèves soumis à un tel enseignement dans des conditions réelles de travail dans les classes.
- 8 Quelques éléments d'informations proviennent de la mise en œuvre, par Françoise Chauvet, d'une des séquences de la maquette, auprès de ses élèves de B.T.S. (section Arts Appliqués). D'après ses conclusions, les difficultés conceptuelles de ses étudiants sont proches de celles qui sont visées par les activités proposées et il y a des symptômes qui montrent l'efficacité de la démarche.
- 9 Nous considérons que ces éléments ont une valeur indicative, mais ne dispensent pas d'une véritable expérimentation directe en classe de quatrième, laquelle reste à faire.

4. Evaluation

- 10 L'évaluation de l'impact de notre proposition d'enseignement a été proposée au groupe N5 de professeurs-stagiaires.
- Evaluation « à chaud- » à la fin de chaque séquence. Les stagiaires ont été invités à répondre à une série de questions, rédigées de manière identique pour toutes les séquences. Par exemple, nous avons demandé de détailler les épisodes (ou les aspects) les plus surprenants, les plus difficiles, les plus décevants et les plus réussis de la séquence tout juste terminée. D'autres items de la feuille d'évaluation portaient sur l'envie (ou son manque) d'incorporer la séquence en question (entière, modifiée, une partie, etc.) dans le travail de l'enseignant interrogé avec ses élèves.
 - Bilan général à la fin du stage de formation. Une autre série de questions a été proposée aux professeurs-stagiaires pour les inviter à une évaluation plus globale, permettant d'une part de placer les différentes séquences dans la perspective de la totalité de la formation proposée, et d'autre part de donner leur avis personnel au sujet des notions d'optique élémentaire autour desquelles ce stage a été construit.

5. Conclusion

- 11 Les professeurs-stagiaires ont manifesté un grand intérêt pour les activités en optique élémentaire qui leur ont été proposées. Ils ont témoigné de l'apport considérable d'informations (de connaissances) qu'ils y ont trouvé et ils se sont portés volontaires pour en reprendre une grande partie à leur compte en tant qu'enseignants. Ceci peut être observé aussi bien d'après l'importance des taux de réponses positives à la question posée pour chaque séquence : *Avez-vous envie d'incorporer cette séquence (entière ou une partie, laquelle ?) dans votre travail avec les élèves ?* que par les commentaires associés, et même par les justifications qui accompagnent une réponse à regret négative. De même, le *Bilan général* a été l'occasion de nombreuses réponses multiples à la question : *Quelles séquences*

vous ont apporté le plus d'informations /./ ? ce qui confirme que les stagiaires ont, de ce point de vue, été satisfaits. Enfin, l'esprit qui préside à l'ordre proposé pour les séquences, inhabituel au regard des programmes (encore) en vigueur, a également reçu une approbation notable, d'après les commentaires qui accompagnent les acceptations et certaines des propositions de modifications.

- 12 Les réserves quant à l'utilisation dans l'enseignement, exprimées par une minorité des stagiaires (mais jusqu'à la moitié d'entre eux, selon les épisodes de différentes séquences), concernent surtout la séquence portant sur la visualisation de la lumière et plusieurs épisodes, notamment ceux consacrés à certains aspects de la schématisation expérimentale de la formation d'image par les lentilles. La raison principale de rejet ou d'élimination partielle réside dans la « difficulté » de la séquence ou de l'épisode concerné, avec l'évidente ambiguïté portant sur le point : difficile... pour qui ? Enfin, l'ordre des séquences 3 et 5 est parfois remis en question, toujours pour une utilisation dans l'enseignement.
- 13 En règle générale, les commentaires positifs expriment la satisfaction devant la densité conceptuelle des activités, associée à une facilité de mise en œuvre des manipulations pratiques. On aurait pu craindre une focalisation excessive sur le côté « petites manipulations pas chères » — tel n'est pas le cas. En ce qui concerne l'importance qu'a pris, pour les stagiaires, le contenu conceptuel proposé, les notions jugées comme les plus fondamentales coïncident très largement avec celles qui ont fait la substance de notre stage. C'est en particulier le cas de « la lumière invisible », notion qui ne se trouve pas explicitement au programme d'optique de quatrième actuellement en vigueur.

Analyse du texte initial et compte rendu des ateliers « optique »

- 14 La thèse de W. KAMINSKI (1991) comporte deux parties : une analyse de conceptions, de représentations, d'erreurs d'élèves et d'enseignants dans l'interprétation et la prévision de phénomènes qui relèvent de l'optique géométrique ; l'élaboration et l'expérimentation de séquences d'enseignement visant l'explicitation et le dépassement de certaines de ces erreurs et l'instauration de raisonnements qualitatifs conformes à l'optique géométrique.
- 15 Nous avons analysé les apports de la séquence d'enseignement en la considérant de trois points de vue différents :
 - dispositif de formation d'enseignants,
 - dispositif d'enseignement pour des élèves de collège,
 - dispositif de recherche.
- 16 Pour des raisons liées au déroulement de la recherche, nous regrouperons les questions concernant les deux premiers points de vue.

1. Formation d'enseignants, enseignement à des élèves de collège

- 17 Si l'on considère cette séquence comme un dispositif de formation d'enseignants ou d'enseignement à des élèves de collège, on peut s'interroger sur le choix des objectifs et sur l'efficacité de la séquence par rapport à ces objectifs. Un autre point abordé par W. Kaminski est l'adhésion des enseignants à cette proposition.

1.1. Choix des objectifs

- 18 Les objectifs sont définis par rapport à des erreurs commises par des élèves et des enseignants. Parmi ces erreurs, il semble que certaines puissent être attribuées à l'enseignement, que d'autres relèvent de représentations indépendantes de l'enseignement. Il s'agit d'éliminer ces erreurs et d'instaurer des raisonnements qualitatifs conformes à l'optique géométrique ; ces raisonnements reposent sur l'exploitation des règles suivantes :
- pour qu'un objet soit vu il faut qu'il envoie de la lumière dans l'œil de l'observateur ;
 - sauf accident (objet, dont écran ou dispositif optique), la lumière se propage en ligne droite ;
 - un objet ou un écran (non noir) diffuse de la lumière reçue en tout point dans toutes les directions.
- 19 Les questions ont porté sur :
- l'explicitation du modèle géométrique sous jacent et les difficultés qui peuvent être associées à la prise en considération de l'étendue des objets et des sources dans un tel modèle dont les éléments sont le point et la droite ;
 - l'absence de référence à l'histoire de l'optique, considérée comme un cadre utile de clarification des choix conceptuels effectués dans l'enseignement proposé ;
 - l'absence de référence à des situations de la vie courante : utilisation d'un rétroprojecteur, d'un appareil photographique par exemple.

1.2. Efficacité de la séquence

- 20 La séquence n'ayant pas été testée auprès d'élèves en formation initiale, les informations relatives à son efficacité concernent des enseignants de collège.
- 21 Les premières informations concernent l'évolution des raisonnements des enseignants dans le domaine de l'optique géométrique. Les données recueillies concernent deux objectifs : la prise en considération de la diffusion permettant la « visualisation » de rayons lumineux, et le statut des « rayons de construction » de l'image d'un objet à travers une lentille.
- 22 Pour la première question (image d'une fente dans un miroir avec « visualisation de faisceaux »), la comparaison est effectuée entre un groupe d'enseignants de collège ayant suivi la formation et un groupe d'étudiants de licence. Il apparaît une différence dans les réponses produites par les deux groupes, les éléments de réponse corrects étant plus fréquents dans le groupe d'enseignants ayant suivi la formation et les réponses fausses moins fréquentes. Ces résultats ont un caractère indicatif compte-tenu du faible effectif des groupes interrogés et des différences de caractéristiques entre groupe expérimental et groupe témoin.
- 23 Pour l'autre question (lentille enlevée), les comparaisons mettent en jeu des groupes divers : étudiants en licence, étudiants en BTS d'optique, étudiants américains... La fréquence de réponses correctes est sensiblement la même pour les différents groupes ; par contre, les réponses fausses usuelles sont moins fréquentes et le taux de non réponse plus important pour le groupe des enseignants ayant participé au stage. Dans quelle mesure ces résultats sont-ils généralisables à des élèves de collège ? L'expérimentation directe auprès d'élèves de collège est évidemment nécessaire pour répondre à cette question.

- 24 Les autres informations concernent les changements d'avis des enseignants au sujet des objectifs fondamentaux de l'enseignement de l'optique au collège. Ainsi la construction des images et la composition des couleurs apparaissent-elles aux enseignants, après cette séquence, beaucoup moins importantes que la propagation rectiligne et le caractère non visible de la lumière.

1.3. Recevabilité par les enseignants

- 25 Cette séquence est-elle considérée comme un bon dispositif d'enseignement par les enseignants eux-mêmes ? La réponse est largement favorable ; les arguments en faveur de ces activités sont la simplicité du matériel et la diversité des manipulations d'une part, l'intérêt des activités de prévision / vérification d'autre part. Les réticences exprimées concernent des situations jugées trop complexes sur le plan conceptuel (étude de la chambre noire) ou trop difficiles (schématisation de la formation d'une image) ou encore les activités concernant la « visualisation » de rayons lumineux.

2. Validation du point de vue de la recherche

- 26 Si on se place du point de vue de la recherche, on peut s'interroger sur les hypothèses qui ont conduit à l'élaboration de cette séquence. Les hypothèses sont qualifiées de constructivistes, ou plus précisément de semi-constructivistes. La contradiction entre prévision et observation, la surprise, sont utilisées comme source de motivation et moteur de l'apprentissage.
- 27 Par ailleurs, l'ordre des activités proposées est soumis à un principe « d'emboîtement conceptuel », chaque objectif « cible » d'une activité devenant un objectif « outil » dont l'élève est censé se servir pour atteindre d'autres objectifs « cibles », aussi bien à l'intérieur d'une séquence qu'en passant de l'une à l'autre.
- 28 Dans quelle mesure les données recueillies permettent-elles de valider ces choix ?
- Une première question concerne la formulation de l'hypothèse elle-même : conflit cognitif, hypothèse semi-constructiviste ; quel est précisément le rôle attribué au conflit cognitif ?
- 29 L'hypothèse semi-constructiviste établit une distance par rapport à certains travaux dans lesquels le rôle de l'enseignant est essentiellement de construire des situations-problèmes, à partir desquelles les élèves doivent pouvoir construire eux-mêmes de nouvelles connaissances. Le rôle attribué ici au conflit cognitif est plutôt de créer un déséquilibre cognitif, de déstabiliser, de motiver l'élève à acquérir de nouvelles connaissances. Les hypothèses sur la phase d'élaboration de nouvelles connaissances ne sont pas totalement explicitées : une large place est faite à l'activité manipulative, à l'observation ; il est fait référence à une « élaboration conceptuelle mettant en jeu questions, surprises, discussions et effort commun de mise en cohérence de tous les éléments d'information » (Thèse p. 2). La description des séquences donne effectivement des indications très précises sur les activités manipulatoires ; les moments d'élaboration conceptuelle sont moins explicites.
- Une deuxième question concerne la méthodologie de recueil des données. Il semble difficile que la validation de telles hypothèses puisse se faire uniquement par des questionnaires après enseignement ; sans doute l'observation des élèves lors des activités expérimentales serait-elle utile sur ce point.

3. Pour conclure

- 30 Au cours de cet atelier, nous avons tenté de situer les questions par rapport à la problématique de l'ingénierie didactique développée en didactique des mathématiques. Rappelons brièvement les différentes phases proposées par M. ARTIGUE (1988) pour une telle démarche :
- phase d'analyses préalables
 - phase de conception et d'analyse a priori
 - phase d'expérimentation
 - phase d'analyse a posteriori et de validation
- 31 L'utilisation de ces rubriques d'analyse met en évidence les points forts de cette recherche.

3.1. Du point de vue de la recherche sur l'enseignement de l'optique au collège

- 32 Les phases particulièrement développées par W. Kaminski dans sa thèse sont les phases d'analyse préalable et de conception. Dans l'analyse préalable, on trouve une étude très précise des conceptions des élèves et une analyse des effets de l'enseignement usuel ; d'autres aspects : analyse épistémologique, analyse des contraintes et objectifs spécifiques de la recherche n'apparaissent pas explicitement. Les grandes lignes de la conception des séquences d'enseignement sont explicitées à différents moments : activité manipulative importante ; prévisions et confrontations avec l'expérience. La description de chacune des séquences donne des indications très précises sur ces différents points.
- 33 Les phases d'expérimentation et donc d'analyse a posteriori et de validation n'ont pas encore eu lieu.

3.2. Du point de vue de la recherche sur la formation des enseignants

- 34 Les phases d'analyse préalable et de conception sont similaires à celles développées dans une perspective d'enseignement à des élèves de collège ; elles comportent en particulier une analyse des conceptions des enseignants.
- 35 La phase d'expérimentation est constituée de plusieurs stages de formation d'enseignants. Les données recueillies ne sont pas utilisées dans une perspective de validation des choix effectués lors de la conception de la séquence. Elles permettent par contre de préciser les objectifs atteints par cette formation, en ce qui concerne.
- l'évolution des représentations des enseignants dans le domaine de l'optique,
 - la modification de leurs objectifs pour l'enseignement de l'optique au collège. Elles apportent également des informations sur les raisons de l'adhésion des enseignants à cette proposition d'enseignement.

BIBLIOGRAPHIE

Références

ARTIGUE M. : Ingénierie didactique, *Revue de didactique des mathématiques*, Vol. 9, n° 3, pp. 281-308, 1988.

KAMINSKI W. : Conceptions des enfants (et des autres) sur la lumière. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 716, pp. 973 - 996, 1989.

KAMINSKI W. : Optique élémentaire et formation des maîtres, in *Actes du Premier Séminaire National de Recherche en Didactique des Sciences Physiques*, pp 43 - 51. Grenoble : Université J. Fourier, 1991.

AUTEUR

W. KAMINSKI

LDPES, université de Paris VII