

Evolution contre-intuitive des représentations de la trajectoire de la lumière du CP à l'âge adulte

Une expérience pour comprendre la propagation rectiligne de la lumière

Estelle Blanquet
LACES EA 4140, Université de Bordeaux
Teodora Badiur
Claire Darraud
Mélanie Delaunay
Marie Dubourg
Adeline Leloutre
Manuela Miron
Nicoleta Pavel
Violette Plé
Adriana Turuta

Résumé

Dans le cadre d'un échange européen PEERS entre les universités de Iasi (Roumanie) et une université française, une étude sur la représentation de la lumière se propageant dans une boîte fermée munie d'une cloison interne a été menée auprès de 115 élèves de CP français, 150 de CE1 (français et roumains), 226 de CE2 (idem), 236 de CM1 (idem) et 119 de CM2 (idem), ainsi qu'auprès de 132 étudiants en licence de Sciences de l'éducation en Roumanie se destinant à une carrière d'enseignants du primaire (978 participants au total dont 433 roumains et 545 français). Alors que 81% des élèves de CP répondent correctement à la question posée, seulement 13% des adultes interrogés y parviennent. Là où les enfants tracent essentiellement des lignes droites à l'intérieur de la boîte, les adultes proposent des lignes brisées.

Mots-clés

Ecole primaire, propagation rectiligne de la lumière, conception, schéma.

Counter-intuitive evolution of the representation of light from primary school to university

An experiment to understand the linear propagation of light

Abstract

In the frame of an European PEERS program, University of Iasi (Romania) and a French University have organised a comparative study about representation of light and its propagation inside a closed black box. 115 six to seven-year old French children, 150 seven to eight year-old French and Romanian children, 226 eight to nine year-old Children, 236 nine to ten year-old children, 119 ten to eleven year-old children and 132 Bachelor students in Education field in

Romania have participated to this study. In total, the study involves 978 partipants (433 in Romania, and 545 in France). Although 81% of 6 to seven year-old children answer correctly to the question, only 13% of the adults answer correctly. Instead of drawing straight lines for representing the light as young children, the adults draw mostly broken lines.

Key-words

Primary school, linear propagation of light, conception, schema.

DES DIFFICULTES CONCEPTUELLES RELATIVES AUX PHENOMENE DE LA VISION ET DE LA PROPAGATION DE LA LUMIERE

De nombreuses études ont montré que peu d'enfants (et d'adultes) ont une représentation claire de la façon dont on voit un objet, en particulier lorsqu'il constitue une source secondaire de lumière (Guesne, 1984, Kaminski, 1989, de Hosson, 2004). Une autre difficulté consiste pour eux à comprendre la façon dont la lumière occupe l'espace entre la source et un objet (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985, Ravanis et al., 2013, Chu & Treagust, 2013)

L'expérience proposée dans le cadre de cette étude s'inspire d'une expérience de Wanda Kaminski et Cécile de Hosson et utilise une boîte à chaussures recouverte de papier noir (Auteur 1, Figure 1). Une ampoule est insérée à une extrémité dans un trou percé au milieu de la boîte. Trois trous sont percés à l'autre extrémité. Une cloison intermédiaire percée d'un unique trou sépare la boîte en deux compartiments. L'ampoule, le trou de la cloison et l'un de ceux à l'autre extrémité de la boîte sont alignés.

Figure 1 : Exemple de boîte utilisée lors de la passation du questionnaire



Dans cette expérience, l'ampoule est source primaire de lumière et les phénomènes de diffusion et de réflexion multiples sur les parois sont négligeables. Les éléments d'explication font alors intervenir deux notions distinctes : la propagation de la lumière en ligne droite à l'intérieur de la boîte et la nécessité, pour voir la lumière, que cette dernière arrive jusqu'à l'œil.

Cette étude se propose de documenter l'évolution des représentations de la trajectoire de la lumière dans la boîte à chaussures d'élèves du CP au CM2 et de futurs enseignants du primaire.

METHODE

Il est demandé aux participants, lumière éteinte, d'indiquer depuis quel(s) trou(s) ils pensent voir la lumière de l'ampoule en y collant l'œil une fois la boîte refermée et l'ampoule allumée. Ils sont invités à dessiner sur un schéma ce qu'ils pensent qu'il se passe dans la boîte et à écrire des phrases explicatives. Ils observent ensuite le phénomène et constatent que seul le trou du milieu permet de voir la lumière de l'ampoule.

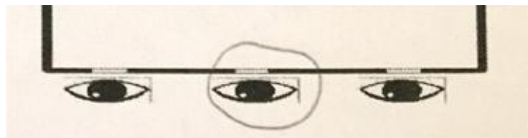
Les participants à cette étude sont des élèves et étudiants français et roumains : 115 élèves de CP français, 150 de CE1 (français et roumains), 226 de CE2 (idem), 236 de CM1 (idem) et 119 de CM2 (idem), ainsi que de 132 étudiants en licence de Sciences de l'éducation en Roumanie se destinant à une carrière d'enseignants du primaire ont été interrogés (978 participants au total dont 433 roumains et 545 français). L'analyse des questionnaires de 130 étudiants français en Master MEEF premier degré, de 120 étudiants en L1 physique et de 100 élèves de terminale S et L ainsi que de 100 élèves de seconde est en cours.

RESULTATS

86% des représentations peuvent être regroupées en cinq grandes catégories :

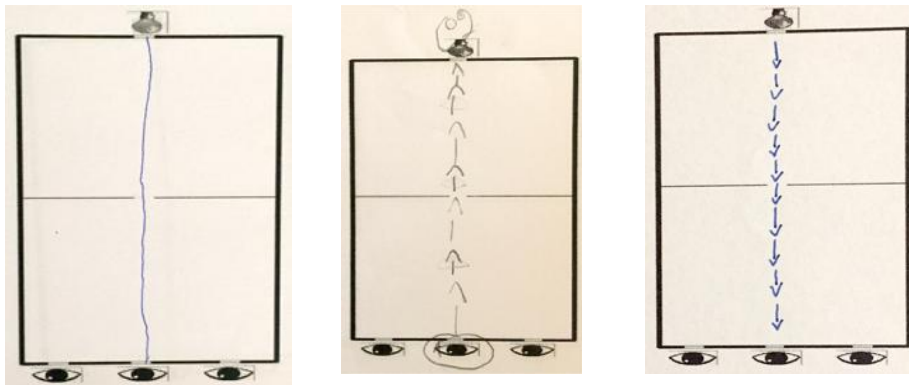
— seul le trou du milieu est entouré et la boîte reste vide (catégorie C1, Figure 2)

Figure 2 : Exemple de tracé appartenant à la catégorie C1 (élève de CP, France)



— un trait fin ou épais relie l'ampoule à l'œil central, avec présence ou non de flèche(s) (catégorie C2, figure 3)

Figure 3 : Exemples de tracés appartenant à la catégorie C2 (de gauche à droite : élèves de CP, CE1, CM1)



— plusieurs traits sortent de l'ampoule ; ou la totalité du compartiment est éclairée mais un seul trait, fin ou épais, relie le trou de la cloison à l'œil central (catégorie C3, Figure 4)

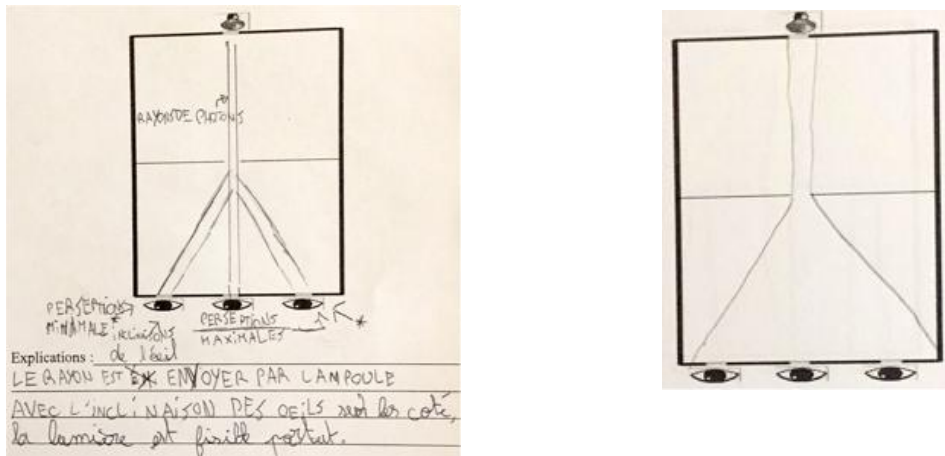
Figure 4 : Exemples de tracés appartenant à la catégorie C3 (de gauche à droite :



élèves de CP)

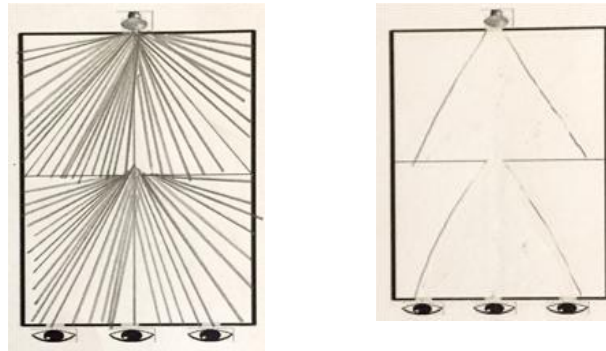
— un trait fin ou épais relie l'ampoule au trou de la cloison d'où partent trois ou plusieurs traits, ou encore un « entonnoir » vers les trois yeux, avec présence ou non de flèche(s) (catégorie C4, Figure 5)

Figure 5 : Exemples de tracés appartenant à la catégorie C4 (de gauche à droite :
élèves de CM1, CM2)



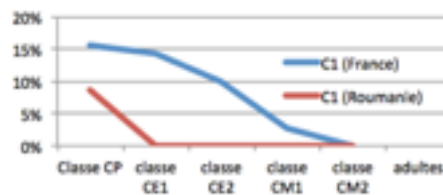
— plusieurs traits sortent de l'ampoule ; ou bien la totalité du compartiment est éclairée puis du trou de la cloison partent trois ou plusieurs traits vers les trois yeux, avec présence ou non de flèche(s) (catégorie C5, Figure 6)

Figure 6 : Exemples de tracés appartenant à la catégorie C5 (élèves de CM2)



Alors que les catégories C1 et C3 sont très peu présentes chez les enfants et adultes roumains, elles sont plus fréquentes chez les petits français (Figure 7).

Figure 7 : Evolution de la proportion de la catégorie C1 en fonction de l'âge



Si l'on admet pour correctes les réponses relevant de l'une quelconque des catégories C1, C2 ou C3, dans les deux pays, le pourcentage de réponses correctes décroît à mesure que les enfants grandissent (Fig. 8 et 9) pour devenir très minoritaire chez les adultes (13%).

Figure 8 : Evolution des réponses correctes en fonction de l'âge

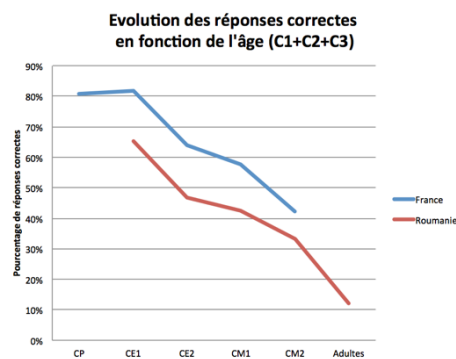
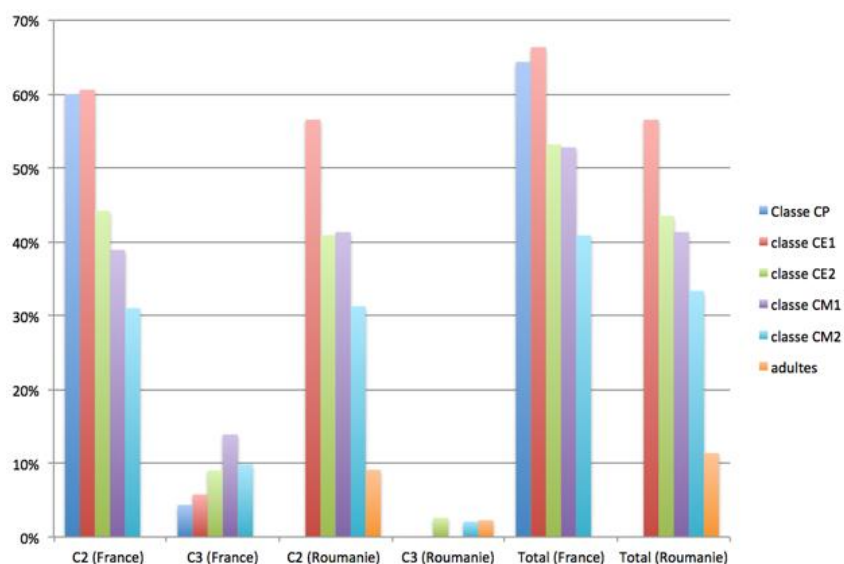


Figure 9 : Evolution de la répartition des réponses correctes en fonction de l'âge en France et en Roumanie



L'explication du phénomène par seule projection du regard vers la source lumineuse fournit la réponse correcte sans avoir à mobiliser le modèle des rayons lumineux. Cette explication semble privilégiée par les jeunes élèves alors que les plus âgés cherchent à associer les deux éléments. Or, bien que mobilisant le modèle le plus sophistiqué des rayons lumineux, ils ne le poussent pas à son terme ou font intervenir de façon erronée des connaissances acquises à l'école (e.g. diffraction) pour les plus grands.

CONCLUSION

Bien que cohérentes et reproductibles d'un pays à l'autre, ces résultats apparaissent très contre-intuitifs. Leur interprétation pourrait être liée au conflit suscité par la recherche de cohérence entre différents systèmes explicatifs. Le modèle des rayons lumineux n'est que très rarement mobilisé par les adultes de façon pertinente. 87% d'entre eux ne parviennent pas à prévoir ce qu'ils vont observer et tracent des lignes brisées ou discontinues entre l'ampoule et le trou à travers lequel ils regardent dans la boîte. Au contraire, 82% des très jeunes élèves font des prévisions correctes. Néanmoins, ce fort pourcentage de réussite pourrait bien être lié à l'utilisation de conceptions s'appuyant sur le regard (e.g. mon œil peut voir la lumière par le trou du milieu

car il n'y a pas d'obstacle entre mon œil et l'ampoule) plutôt qu'à une réflexion sur la trajectoire de la lumière (e.g. seule la lumière sortant du trou peut me permettre de voir l'ampoule et elle n'arrive que dans le trou du milieu).

Ces résultats interrogent l'efficacité de l'enseignement de l'optique géométrique à l'école. Ils fournissent également quelques pistes d'action pédagogique. Il est aujourd'hui consensuel de s'appuyer sur les conceptions initiales des élèves — erronées ou non — pour construire les connaissances attendues des programmes scolaires. C'est à partir du CE2 que l'on voit apparaître de façon significatives (20%) chez les élèves des représentations que l'on retrouve majoritairement chez les adultes, et l'on peut supposer (des entretiens seraient nécessaires pour s'en assurer) qu'elles sont liées à l'apparition de difficultés à concilier une explication du phénomène basée sur le regard et celle s'appuyant sur la propagation rectiligne de la lumière. L'emploi de la boîte présentée et la remise en cause des prévisions des élèves apparaissent de nature à lancer des démarches d'investigation riches à la fois sur la notion de regard et celle de propagation rectiligne de la lumière. Un travail dès le CE2 avec cet outil pourrait éviter l'installation durable de conceptions erronées chez les adultes.

BIBLIOGRAPHIE

Auteur 1 (2010).

Chu, H.-E., Treagust, D. F. (2014). Secondary students' stable and unstable optics conceptions using contextualized questions. *J. Sci. Educ. Technol.* n°23, pp. 238-251.

De Hosson, C. (2004). *Contribution à l'analyse des interactions entre histoire et didactique des sciences. Elaboration d'un support d'enseignement du mécanisme optique de la vision pour l'école primaire et le collège et premier éléments d'évaluation.* Thèse de doctorat. Université Paris Diderot- Paris VII.

Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's idea in science.* Philadelphia, Open University Press.

Guesne, E. (1984). Children's Idea about light. *New trends in Physics teaching*, Unesco, pp. 179-192.

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

Ravanis, K., Christidou, V. & Hatzinikita, V. (2013). Enhancing conceptual change in preschool children's representations of light : a socioconitive approach. *Res. Scie. Educ.*, n°43, pp. 2257-2276.