

# La formation des ombres : représentations mentales des élèves de 7-9 ans

ALYONA GRIGOROVITCH

Primary Education  
Russian Federation  
alyogrig@gmail.com

## ABSTRACT

*The study of students' mental representations of physics concepts and phenomena is a major objective of science education research. In addition, these representations can play a useful role in teaching. This article presents a study of the mental representations of 210 students aged 7 to 9 on the formation of shadows. We examined the representations of research subjects from an individual interview, before they received systematic teaching at school. Results show that students, have difficulty understanding the formation and the position of a light source in relevance to the shadow.*

## KEYWORDS

*Mental representations, shadows formation, primary education, geometrical optics, physics*

## RÉSUMÉ

*L'étude des représentations mentales des élèves sur les concepts et les phénomènes de la physique constitue un objectif majeur de la recherche en didactique des sciences physiques. En plus, ces représentations peuvent jouer un rôle utile dans l'enseignement. Cet article présente une étude des représentations mentales de 210 élèves de 7 à 9 ans sur la formation des ombres. Nous avons examiné les représentations des sujets de la recherche à partir d'un entretien individuel, avant qu'ils en reçoivent l'enseignement systématique à l'école. Les résultats montrent que les élèves ont de la difficulté à comprendre la formation et la position d'une source lumineuse par rapport à l'ombre.*

## MOTS-CLÉS

*Représentations mentales, formation des ombres, enseignement primaire, optique géométrique, physique*

## INTRODUCTION

Dans le cadre de la didactique des sciences physiques et naturelles, de la psychologie cognitive et développementale et de l'épistémologie de la connaissance, il est absolument reconnu, que l'enfant approche le monde physique et social à travers certaines entités de sa pensée appelées dans la bibliographie internationale "représentations mentales", "idées naïves ou spontanées", "conceptions alternatives" (Piaget, 1930, 1971; Weil-Barais, 1985). La question sur la nature de ces entités a conduit aux résultats de recherche qui ont une forte influence sur l'enseignement des sciences telles que la physique, la chimie, la biologie etc (Aouad & Andreucci, 2015; Fragkiadaki & Ravanis, 2015; Jégou-Mairone, 2009). Cette recherche a donné 3 résultats puissants et solides. Les représentations mentales :

- sont le fruit de l'existence des enfants dans son milieu social, naturel, culturel et éducatif,
- ont une nature dynamique, développementale et évolutive et
- sont généralement en antithèse avec les modèles de sciences physiques et naturelles que nous utilisons dans l'éducation et qui sont compatibles avec ceux des sciences pures.

Compte tenu de ces résultats stables et permanents, après environ cent ans d'études psychopédagogiques, l'intérêt de la communauté de l'éducation et de la recherche sur l'enseignement des sciences physiques et naturelles a été orienté vers la conception, la création et l'examen d'interventions didactiques susceptibles de faciliter la construction de modèles compatibles à la pensée scientifique. Les débats didactiques opposent souvent de manière sclérosée des tenants des méthodes traditionnelles, oblitérant de ce fait d'examiner d'autres orientations pédagogiques comme ceux d'une didactique inspirée par le constructivisme ou le socioconstructivisme, c'est-à-dire basées sur l'exploitation des représentations mentales des élèves. Malgré cette « résistance », implicite ou explicite, les nécessités au niveau de l'amélioration et le renouvellement de l'enseignement en sciences physiques et naturelles ont conduit au développement de la recherche en didactique.

Parmi les concepts et les phénomènes dont l'étude a donné des résultats intéressants est le domaine de l'Optique Géométrique. La recherche relative à l'optique a élucidé de nombreux éléments du cadre cognitif des étudiants, avant ou après l'enseignement, sur la lumière en tant qu'entité autonome (Andersson & Karrqvist, 1983; Castro, 2013; Castro & Rodriguez, 2014; Grigorovitch, 2015; Guesne, 1984; Ntalakoura & Ravanis, 2014; Ravanis, 1999; Ravanis & Boilevin), la propagation rectiligne de la lumière (Guesne, 1985; Ravanis & Papamichael, 1995; Yurumezoglu, 2009), la vision (Dedes, 2005; Fawaz, 1985; Kokologiannaki & Ravanis, 2012, 2013; Selley, 1996), les couleurs (Chauvet, 1994; Keles & Demirel, 2010; Kocakulah, 2006).

Dans une longue série d'études, quantitatives ou qualitatives, la question de la compréhension par les élèves de la formation des ombres a été soulevée. L'analyse des données de ces recherches montre que le principal obstacle à la question de la formation de l'ombre dans la réflexion des élèves sur tous les niveaux consiste au mécanisme de l'interaction de la lumière comme entité propagée dans l'espace avec les objets opaques, c'est-à-dire que l'interposition d'un objet non transparent dans la trajectoire des rayons lumineux empêche le passage de la lumière et conduit à la formation d'une ombre. Cet obstacle conduit les enfants les plus petits de se représenter l'ombre non pas comme une entité dont la présence dépend de l'empêchement de la lumière, mais comme une entité ayant une existence autonome. Mais quelle est la cause de cette solide constatation? C'est la difficulté pour les jeunes enfants d'associer différentes entités entre elles, et donc faire face à ces entités isolées. Dans ce cadre les explications fournies par les élèves centrées uniquement sur les ombres, les obstacles ou la lumière, elles ne construisent pas des liens nécessaires entre le couple ombre et lumière médiatisé par l'obstacle (Parker, 2006; Ravanis, 2010; Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007; Segal & Cosgrove, 1993; Voutsinos, 2013). En plus des recherches sur la question de la compréhension de la formation des ombres dans la pensée des jeunes enfants ont trouvé certaines difficultés constantes : la reconnaissance du plan correct de projection d'une ombre, les positions des ombres par rapport aux sources lumineuses et aux obstacles, la correspondance entre le nombre des lampes et celui des ombres (Andersson & Karrqvist, 1982, 1983; Chen, 2009; Dedes & Ravanis, 2009; Grigorovitch, 2015; Guesne, 1984, 1985; Feher & Rice, 1988; Ravanis, 1996).

Dans ce travail, ont présentés les résultats d'une recherche descriptive sur les représentations mentales des élèves de 7-9 ans sur le phénomène de la formation des ombres. Nos questions de recherche portent sur la constatation et l'identification des représentations suivantes (Ravanis, 1996):

1. L'interaction entre la lumière entité et les objets comme cause physique de la formation de l'ombre.

2. L'empêchement de la lumière qui crée un champ d'ombre à l'espace et non seulement sur les surfaces de projection de l'objet qui a participé en tant qu'obstacle à la formation de l'ombre.
3. La correspondance entre le nombre des sources lumineuses et celui des ombres provoquées.

## MÉTHODOLOGIE

### *La procédure et l'échantillon*

À cette recherche ont participé 210 élèves de 11 différentes classes de l'école primaire, partagés en deux groupes d'âge (groupe 7-8 ans : 105 sujets (moyenne d'âge: 7 ans et 5 mois, S. D. 4 mois) et group 8-9 ans, groupe B : 95 sujets de 8 à 9 ans (moyenne d'âge: 8 ans et 7 mois, S. D. 2 mois). Il s'agit d'élèves dont les parents ne disposent pas de connaissances particulières en sciences physiques. Les écoles sont situées dans une zone urbaine et les familles des enfants ont un statut socio-économique moyen.

Les sujets de l'échantillon de cette recherche, n'ont pas reçu avant d'enseignement systématique organisée sur la formation des ombres. La recherche des représentations mentales des élèves a été réalisée au moyen d'entretiens individuels semi-directifs dans une salle de l'école spécialement aménagée à cette intention. Les entretiens avaient une durée presque 15 minutes. L'analyse des protocoles a été effectuée par deux chercheurs indépendants et l'accord entre eux était supérieur à 90%.

### *Les tâches proposées*

L'étude des représentations des enfants pour les trois questions de recherche a été réalisée avec 3 tâches spécifiques. La première tâche est basée sur une simple discussion entre le chercheur et l'enfant et le deuxième et le troisième comportent le support expérimental indispensable. Pour l'ensemble des tâches, nous avons posé la première question et basés sur la réponse de chaque enfant, nous avons continué le dialogue jusqu'à l'identification claire de la représentation de chaque enfant.

**Tâche 1:** À la première tâche on utilise une lampe de poche et d'objets opaques différents. Nous demandons aux enfants de penser et nous expliquer la procédure de la formation de l'ombre à travers les questions suivantes: «Qu'est-ce que c'est un ombre?», «Comment une ombre se forme-t-elle?», «Quand est-ce qu'une ombre se forme?» ou « dans quelles conditions une ombre est-elle créée? ».

**Tâche 2 :** Avec une lampe de poche que nous posons face à une boîte d'allumettes soutenue d'une façon approprié, nous formons une ombre sur un écran qui se trouve à une distance de la boîte. Nous demandons aux enfants de nous indiquer trois places dans l'espace entre la boîte et l'écran où une allumette que nous supposons y poser ne sera pas directement éclairée par la lampe. Cette question est posée avec l'objectif de vérifier si les enfants reconnaissent que l'ombre est créée, non seulement aux points de l'espace où ils peuvent la percevoir directement (comme par exemple sur l'écran ou juste derrière la boîte), mais aussi à l'espace intermédiaire.

**Tâche 3 :** Nous avons présenté aux enfants une photo (Figure) dans laquelle on peut observer un joueur de football et ses deux ombres sur un plan horizontal. Les ombres sont formés par deux phares de lumière et le joueur qui est visible sur la figure et se place comme un obstacle entre les phares et le plan horizontale. Nous demandons aux enfants de nous montrer la place de laquelle « le jouer est éclairé », c'est-à-dire, la position et le nombre des sources lumineuses.

## FIGURE



## RÉSULTATS

Pendant l'analyse des résultats, nous avons classé les réponses que nous avons reçues durant les entretiens en deux catégories :

a) *Réponses suffisantes*. Il s'agit des réponses qui proposent une explication satisfaisante du point de vue du modèle scientifique de l'optique géométrique.

- À la première Tâche les élèves se réfèrent clairement au mécanisme de la formation des ombres [p. ex. « ... *la lumière ne passe pas à travers la chaise ..... elle se forme une chaise noire sur le sol....* » (élève 27), « ..... *cette ombre... est l'ombre qui fait la lumière et le rideau.* (Expérimentateur: Mais comment ?) *C'est la lumière qui est empêchée de passer....* » (élève 69)].
- À la deuxième Tâche les enfants peuvent expliquer suffisamment que l'ombre existe, sur le carton et/ou juste derrière la boîte, mais en plus à l'espace entre carton et boîte [p. ex. « ... *(l'ombre) il y a là..... entre le carton et la boîte...* » (élève 33), « ..... *il y a une ombre là dans l'air... on ne peut pas la voir...* » (élève 98)].
- À la troisième Tâche les élèves prévoient correctement la correspondance entre le nombre des sources lumineuses et des ombres [p. ex. « *Les deux lampes vont faire deux ombres.....* », « .... *on a deux ombres..... par deux lampes* » (élève 41)].

b) *Réponses insuffisantes*. À cette catégorie on a classifié les réponses qui n'arrivent pas à utiliser les éléments principaux d'un modèle de la formation des ombres compatible au scientifique. Dans cette catégorie sont classifiées les réponses suivantes.

- À la première Tâche les élèves donnent des réponses sans référence à la relation de la lumière et/ou de l'objet pour la formation de l'ombre [p. ex. « ... *de la fenêtre devient l'ombre ... je la vois sur le mur* » (élève 77), « *Quand il y a de la lumière, les ombres deviennent.....* (Expérimentateur : mais comment elles se forment ?). *C'est la lumière qui fait les ombres....* (Expérimentateur : et les objets font quelque chose?). *Les objets restent tels quels* » (élève 101).
- À la deuxième Tâche les élèves ne reconnaissent pas que l'ombre est non au carton et à la boîte mais aussi dans l'espace intermédiaire [p. ex. « *L'ombre..... elle est là... (il montre sur le carton)* » (élève 11), « ... *non il n'y a pas de l'ombre là (à l'espace)..... elle est sur le carton* » (élève 89)].
- À la troisième Tâche les enfants ne peuvent pas faire la correspondance entre le nombre des ombres et des sources lumineuses pour un obstacle donné [p. ex. « *J'ai vu cette*

*image dans le terrain de football.... mais je ne sais pas pourquoi cela se fait par terre... » (élève 9), « Je crois qu'il y a une grande lampe frontale à une extrémité du stade....» (élève 77)].*

Les effectifs des réponses des élèves des deux groupes aux trois tâches sont présentés au tableau ci-dessous.

**TABLEAU**  
*Réponses des sujets de deux groupes*

|         |              | Fréquences |       |         |       |
|---------|--------------|------------|-------|---------|-------|
| Réponse |              | Age 7-8    |       | Age 8-9 |       |
| Tâche 1 | Suffisante   | 4          | 3.8%  | 6       | 5.7%  |
|         | Insuffisante | 101        | 96.2% | 99      | 94.3% |
| Tâche 2 | Suffisante   | 7          | 6.7%  | 12      | 11,4% |
|         | Insuffisante | 98         | 93.3% | 93      | 88.6% |
| Tâche 3 | Suffisante   | 2          | 1,9%  | 7       | 6.7%  |
|         | Insuffisante | 103        | 98,1% | 98      | 93.3% |

L'analyse statistique des résultats (test  $\chi^2$ ) n'a pas constaté de différences statistiquement significatives entre les deux groupes.

## DISCUSSION

Dans cet article, ont été étudiées les représentations mentales des enfants de 7 à 9 ans pour le phénomène de la formation de l'ombre. Les données recueillies ont décrit les difficultés les plus importantes des sujets de notre échantillon. À la première tâche on a vu que la grande majorité des enfants a des difficultés à ce qui concerne la cause physique de la formation des ombres. En fait, seulement 3.8% (groupe 7-8 ans) et 5.7% (groupe 8-9 ans) des élèves peuvent expliquer comment une ombre se forme par rapport à la lumière et un objet. Nous pouvons faire l'hypothèse que ces enfants font preuve d'un type de raisonnement que nous pourrions appeler "intuitif" ou spontanée. À la deuxième tâche, les réponses suffisantes sont respectivement 6.7% et 11.4% pour les groupes de 7-8 ans et de 8-9 ans. Cela peut signifier que la pensée de la grande majorité des enfants est dominée par l'effet sensoriel car leur raisonnement est piégé dans des endroits où l'ombre est visible. Enfin les résultats à la troisième tâche, indiquent qu'en majorité pour les enfants (98,1% pour le groupe de 7-8 ans et 93.3% pour le groupe de 8-9 ans) l'ombre est plutôt un produit relatif à la lumière et l'objet comme entités isolées, qu'à une construction logique basée aux interactions des objets opaques avec la lumière. Ainsi le manque des raisonnements basés sur l'empêchement de la lumière par les objets constitue un obstacle à une compréhension de la formation de l'ombre comme absence de la lumière à une surface donnée.

Une question importante qui ressort de ces résultats est de savoir comment nous les utilisons dans l'enseignement. Le constat que l'obstacle crucial à la compréhension de la formation des ombres est l'empêchement de la lumière par un obstacle opaque, c'est-à-dire elle est le produit d'une interaction des entités naturelles différentes, a des implications importantes pour l'enseignement, soit on parle de la classe, soit de laboratoire scolaire de physique.

En effet, si la relation directe et concrète de l'interaction lumière-ombre ayant comme résultat immédiate la formation de l'ombre n'est pas claire et consciente pour les élèves, n'est pas possible de comprendre n'importe quel problème se rapportant aux phénomènes impliquant la formation d'une ombre comme par exemple la correspondance du nombre des sources et des

ombres, la projection des ombres aux plans verticales ou horizontales (Esgalhado & Rebordao, 1987). Évidemment, la concentration des activités d'enseignement sur les interactions de la lumière et des objets opaques, c'est-à-dire le fait que l'interposition d'un objet non transparent dans la trajectoire des rayons lumineux empêche le passage de la lumière, il est une condition nécessaire pour le début de la discussion des phénomènes produit ou d'exiger la formation d'ombres.

Les résultats de cette recherche, ainsi que d'autres données des recherches semblables, peuvent offrir certaines pistes nouvelles pour un cadre d'enseignement de l'optique géométrique efficace, étant donné qu'un enseignement réussi devrait surtout avoir comme objectif le franchissement des obstacles constatés et la transformation des représentations aux entités mentales compatible aux scientifiques.

Finalement, il semble que ces données pourraient être utiles comme base de référence à la formation des enseignants de l'école maternelle et primaire. Du point de vue didactique, nous devons signaler l'importance de la résistance de représentations naïves de la formation de l'ombre. Ainsi, l'utilisation de stratégies didactiques fécondes et la valorisation des dispositifs expérimentaux féconds paraissent fondamentaux afin de réorganiser ce type de représentations intuitives et spontanées et surtout dans de l'environnement d'une classe scolaire.

## RÉFÉRENCES

- Andersson, B., & Karrqvist, C. (1982). *Light and its properties*, EKNA Project Report n. 8. Göteborg: University of Göteborg.
- Andersson, B., & Karrqvist, C. (1983). How Swedish pupils aged 12-15 years understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.
- Aouad, M., & Andreucci, C. (2015). Effets de différentes modalités de mise en œuvre d'une séance de Travaux Pratiques sur l'apprentissage de la réaction chimique. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(2), 9-24.
- Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12 year old students. *Journal of Social Science Research*, 1(2), 35-39.
- Castro, D., & Rodriguez, J. (2014). 8-9 year old pupils' mental representations of light: teaching perspectives. *Journal of Advances in Natural Sciences*, 2(1), 40-44.
- Chauvet, F. (1994). *Construction d'une compréhension de la couleur intégrant sciences, techniques et perception : principes d'élaboration et évaluation d'une séquence d'enseignement*. Thèse de doctorat, Université Paris 7, Paris, France. 1994.
- Chen, S.-M. (2009). Shadows: young Taiwanese children's views and understanding. *International Journal of Science Education*, 31(1), 59-79.
- Dedes, C. (2005). The mechanism of vision: Conceptual similarities between historical models and children's representations. *Science & Education*, 14, 699-712.
- Dedes, C., & Ravanis, K. (2009). History of science and conceptual change: the formation of shadows by extended light sources. *Science & Education*, 18(9), 1135-1151.
- Esgalhado, A., & Rebordao, J. (1987). À propos de modèles spontanées de phénomènes liés à la lumière. In A. Giordan & J.-L. Martinand (Eds), *Actes des IXèmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique* (pp. 303-308). Chamonix.
- Fawaz, A.-A. (1985). *Image Optique et Vision. Étude exploratoire sur les difficultés des élèves de première au Liban*. Thèse de troisième cycle, Université Paris 7, Paris, France.
- Feher, E., & Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: children's conceptions of light and vision II. *Science Education*, 72(5), 637-649.

- Fragkiadaki, G., & Ravanis, K. (2015). Preschool children's mental representations of clouds. *Journal of Baltic Science Education*, 14(2), 267-274.
- Grigorovitch, A. (2015). Teaching optics perspectives: 10-11 year old pupils' representations of light. *International Education & Research Journal*, 1(3), 4-6.
- Guesne, E. (1984). Children's ideas about light. In UNESCO (Ed.), *New Trends in Physics Teaching* (pp. 179-192). Paris: UNESCO.
- Guesne, E. (1985). Light. In R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien (eds), *Children's Ideas in Science* (pp. 10-32). Philadelphia: Open University Press.
- Jégou-Mairone, C. (2009). Des élèves de 9-12 ans de l'école primaire française et l'évolution des espèces vivantes. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(1), 81-96.
- Keles, E., & Demirel, P. (2010). A study towards correcting student misconceptions related to the color issue in light unit with POE technique. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 3134-3139.
- Kocakulah, A. (2006). *The effect of traditional teaching on primary, secondary and university students' conceptual understanding of image formation and colours*. Balikesir: Balikesir University.
- Kokologiannaki, V. & Ravanis, K. (2012). Mental representations of sixth graders in Greece for the mechanism of vision in conditions of day and night. *International Journal of Research in Education Methodology*, 2(1), 78-82.
- Kokologiannaki, V., & Ravanis, K. (2013). Greek sixth graders mental representations of the mechanism of vision. *New Educational Review*, 33(3), 167-184.
- Ntalakoura, V., & Ravanis, K. (2014). Changing preschool children's representations of light: a scratch based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 191-200.
- Parker, J. (2006). Exploring the impact of varying degrees of cognitive conflict in the generation of both subject and pedagogical knowledge as primary trainee teachers learn about shadow formation. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1545-1577.
- Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. Totowa, NJ: Littlefield.
- Piaget, J. (1971). *La représentation du monde chez l'enfant*. Paris: PUF.
- Ravanis, K. (1996). Stratégies d'interventions didactiques pour l'initiation des enfants de l'école maternelle en sciences physiques. *Revue de Recherches en Éducation: Spirale*, 17, 161-176.
- Ravanis, K. (1999). Représentations des élèves de l'école maternelle: le concept de lumière. *International Journal of Early Childhood*, 31(1), 48-53.
- Ravanis, K. (2010). Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.
- Ravanis, K., & Papamichaël, Y. (1995). Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentation spontanée des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.
- Ravanis, K. & Boilevin, J.-M. (2009). A comparative approach to the representation of light for five-, eight- and ten-year-old children: didactical perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 8(3), 182-190.
- Resta-Schweitzer, M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics & ICT Education*, 1(1), 63-82.
- Segal, G., & Cosgrove, M. (1993). 'The sun is sleeping now': Early learning about light and shadows. *Research in Science Education*, 23, 176-285.

Selley, N. J. (1996). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 18(6), 713–723.

Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: Light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.

Weil-Barais, A. (1985). L'étude des connaissances des élèves comme préalable à l'action didactique. *Bulletin de Psychologie*, 368, 157-160.

Yuromezoglu, K. (2009). An entertaining method of teaching concepts of linear light propagation, reflection and refraction using a simple optical mechanism. *Physics Education*, 44(2), 129-132.