



## LE RÔLE DES VARIABLES À L'ENSEIGNEMENT EXPÉRIMENTAL EN SCIENCES<sup>i</sup>

Charilaos Voutsinos<sup>ii</sup>

M. Sc., Primary Education, Australia

### Résumé:

Dans cet article est présenté un spectre des remarques synthétiques par rapport au rôle des variables dans l'enseignement expérimental en sciences. Au début, nous discutons des aspects importants et pertinents de la gestion des variables dans les expériences comme le changement d'une seule variable et la construction des tableaux. En plus nous nous référons aux situations expérimentales complexes, aux erreurs, aux attitudes et à la séparation des variables.

**Mots-clés :** sciences, variables, enseignement expérimental en sciences

### Abstract:

In this article is presented a spectrum of the synthetic comments related to the role of the variables in the teaching science experiments. At the beginning, we discuss important and critical aspects of manipulating variables in experiments as the change in one variable and the construction of the tables. In addition, we refer to complex experimental situations, errors, attitudes and the separation of variables.

**Keywords:** sciences, variables, teaching science experiments

### 1. Introduction

Les problèmes au cours de la vie quotidienne des enfants et en plus dans le cadre de l'enseignement à l'école les conduisent souvent à des activités qui s'apparentent plus ou

---

<sup>i</sup> THE ROLE OF VARIABLES IN THE TEACHING SCIENCE EXPERIMENTS

<sup>ii</sup> Correspondence: email [charilaos.voutsinos@gmail.com](mailto:charilaos.voutsinos@gmail.com)

moins directement à certains aspects de l'élaboration des variables. Nous nous limiterons dans cet article à celles qui apparaissent dans le cas du travail expérimental aux activités des sciences physiques. Quand les enfants utilisent le matériel pédagogique durant les activités en sciences, tout d'abord ne s'occupent pas des variables. Ils s'intéressent surtout à trouver les moyens pratiques d'agir sur lui : ils essaient de lancer un projectile le plus loin possible, de faire évaporer un liquide ou de faire fondre un glaçon le plus vite possible, à obtenir la plus grande déviation possible d'une aiguille aimantée par le courant électrique, la meilleure manière d'enflammer d'une papier avec une loupe etc (Develay, 1989; Johsua, 1989; Park, 2006; Robson, 2012).

Souvent des facteurs du phénomène sont découverts peu à peu dans ces activités. Dans d'autres cas, c'est la recherche d'une explication qui conduit à la proposition de variables possibles. Par exemple, les discussions et les points de vue contradictoires par rapport aux positions des sources lumineuses, aux obstacles et aux ombres formées conduisent à l'identification et la reconnaissance des variables et des relations entre les variables du problème (Ravanis, 2010a; Voutsinos, 2013; Nertivich, 2016; Grigorovitch & Nertivich, 2017).

Les conditions de réussite tiennent en partie à des attitudes : curiosité dirigée vers la recherche et la proposition d'explications, être disposé à accepter la critique et à critiquer, être plus posé à imaginer des dispositifs expérimentaux, habitude de comparer etc. Ces attitudes étaient dans l'ensemble celles des enfants dans les classes dont sont tirés les exemples ci-dessous et qui pratiquaient les activités d'éveil scientifique. D'autre part les problèmes avaient été dégagés à partir de leurs questions et portaient en eux une motivation suffisante pour susciter leur intérêt.

La nécessité de vérifier si les variables supposées interviennent effectivement sur un phénomène apparaît sans difficulté dans un groupe de travail car la pertinence des variables citées par les uns est très fréquemment mise en doute par les autres à cause de leur esprit critique et sans doute aussi de la diversité des vécus : les observations citées comme preuves ne sont souvent connues, que de quelques-uns. La preuve est réclamée le plus souvent sans que l'intervention du maître soit nécessaire. Fréquemment même les variables proposées sont reconnues d'emblée comme des hypothèses devant être soumises à vérification, dans les classes où le travail de réflexion est assez avancé (Flande, 2003a, 2003b).

Étant donné que nous avons déjà vu des supports didactiques pour la séparation des variables et aussi des paramètres comme difficultés à l'identification des variables (Voutsinos, 2017), dans cet article on touche la question de vérification du rôle de variables dans les expériences.

## 2. Quelques éléments cruciaux pour le travail avec les variables

La nécessité de ne faire varier qu'une seule variable en neutralisant les autres semble reconnue intuitivement assez tôt, au moins par certains enfants dans des situations simples où il n'y a que deux variables (Shadmi, 1981; Park & Kim, 1998; Ravanis, 2013a). Mais s'ils en éprouvent le besoin, par exemple pour se justifier, ils ne savent pas toujours formuler cette condition très clairement ni en donner la raison. C'est en définitive un acte pédagogique important de faire prendre conscience à l'ensemble de la classe de ce besoin, ressenti plus ou moins confusément par quelques-uns, de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois. Voilà quelques axes pour qu'on puisse travailler dans ce cadre (Ross, 1988; Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007; Oh, 2010):

- La prise de conscience pour beaucoup d'enfants risque de ne pas se produire sans un effort de l'enseignant et des élèves.
- Cet effort est très profitable ; il est parfaitement à la mesure des enfants et le pourcentage de réussite est très élevé.
- Il ne peut donner de résultats que s'il est appliqué à un nombre suffisant de situations favorables ; mais les progrès sont immédiatement perceptibles et la prise en conscience se fait assez rapidement.
- Il n'est pas possible de faire l'économie de la période de tâtonnements avec essais désordonnés où les enfants font varier plusieurs paramètres du dispositif. C'est en effet sur ces essais réalisés que pourra se construire la nécessité de neutraliser les variables. Ils fournissent le terrain de la discussion et du raisonnement mais il n'est pas possible à la plupart des élèves de raisonner sur des situations décrites par l'enseignant s'ils ne sont pas effectivement vécues.
- La prise de conscience serait beaucoup plus difficile sans doute pour l'enfant isolé.
- Il faut noter la difficulté qu'ont quelquefois les élèves à s'expliquer quand le vocabulaire nécessaire n'a pas été dégagé.

Dans beaucoup des cas l'enseignant demande aux élèves après une période de réflexions aidées par la libre disposition du matériel, de proposer leurs expériences soit en restant individuellement à l'intérieur d'un groupe soit par une construction collective de l'expérience résultant des apports de tous. Alors qu'avec les petits enfants, la réalisation pourrait suivre immédiatement les propositions successives. Par contre avec les enfants plus âgés un effort d'anticipation est sûrement possible pour imaginer l'ensemble de l'expérience avant de passer à sa réalisation.

Un autre point qui semble être intéressant pour le travail avec les variables est l'aide de la construction progressive des tableaux comportant les phases successives de l'expérimentation. Dans ces tableaux les enfants peuvent constater clairement et

systématiquement le rôle des variables lorsqu'ils changent et ils modifient le comportement des systèmes naturels c'est-à-dire des dispositifs expérimentaux. Ce tableau est un instrument presque indispensable pour permettre d'imaginer et d'identifier correctement l'expérience. Par exemple, lorsque les enfants des écoles primaires s'impliquent dans des expériences sur la formation des ombres (Dedes & Ravanis, 2007; Voutsinos, 2013; Nertivich, 2016; Grigorovitch & Nertivich, 2017) ou plus généralement sur les effets de la lumière (Castro, 2013; Ntalakoura & Ravanis, 2014 ; Grigorovitch, 2015; Rodriguez & Castro, 2016), rencontrent souvent la formation d'un ou plusieurs ombres du même objet opaque. La création d'un tableau de l'élaboration et d'évolution du phénomène (Tableau 1) permet de comprendre le rôle de nombreuses sources lumineuses à la formation des plusieurs ombres.

**Tableau 1:** Comment les ombres se forment ?

<b>bâton, faisceaux lumineux du soleil</b>	<b>bâton, lampes de poche</b>
En utilisant la lumière du soleil, on forme l'ombre du bâton	En utilisant la lampe de poche, on forme l'ombre du bâton
Peut-on former deux ombres ?	Peut-on former deux ombres ?
Interaction lumière du soleil - bâton	Interaction lampe de poche - bâton
Résultat : une ombre	Résultat : une ombre
Pouvons-nous faire une autre activité pour la production de deux ombres?	Pouvons-nous faire une autre activité pour la production de deux ombres?
Efforts d'interaction avec le faisceau lumineux du soleil	Efforts d'interaction avec le faisceau de lumière de deux lampes de poche
Résultat : une ombre	Résultat : deux ombres

Quand les variables ont été proposées avant la conception de l'expérience il paraît indispensable d'en écrire clairement la liste. La réalisation du tableau n'est jamais spontanée : l'aide du maître paraît indispensable pour donner l'idée de le commencer et il paraît nécessaire de l'établir en commun la première fois qu'il apparaît. Les enfants en reconnaissant l'utilité et l'emploi sans aide quand ils travaillent en autonomie.

L'utilisation des tableaux joue un rôle important dans la conception comme support de la pensée en développement, dans la réalisation comme guide de l'action et dans la critique ultérieure étant donné qu'elle fait ressortir la méthode et permet d'en prendre conscience. Il semble nécessaire que le but y soit rappelé au début et qu'à la fin les résultats y apparaissent à part pour éviter la confusion qui naît parfois entre variables indépendantes et variables dépendante.

Un tel tableau n'est pas utilisé de façon rigide pour la conception de toutes les expériences. Dans certaines cas les enfants ont d'enthousiasme imaginé et réalisé leurs expériences et il n'est intervenu qu'ensuite pour voir si les résultats étaient valables ou

pas. Dans d'autres cas il est utilisé au cours de la conception quand les enfants éprouvent le besoin d'y voir clair. Il n'est pas qu'un outil qui doit cependant intervenir très tôt pour éviter l'enlisement des tâtonnements et le découragement.

### **3. Le cadre du travail expérimentale à l'école : paramètres en jeu**

Pendant la réalisation des expériences les paramètres, les supports et les difficultés sont très diverses (Voutsinos, 2017). Tous les problèmes ne peuvent être résolus matériellement mais les enfants y montrent parfois une grande ingéniosité quand ils sont motivés. Les cas simples portent sur le domaine des objets comme, par exemple, l'approche de la fonctionnement d'un circuit électrique simple, si on veut en connaître les variables, amène après des essais souvent désordonnés, à une réflexion comparative, suivie éventuelle de nouveau essais plus ordonnés en changeant une seule chose à la fois, l'ampoule, les fils etc (Joshua & Dupin, 1986; Licht, 1991; Glauert, 2010; Kada & Ravanis, 2016).

Le manque de nuance dans la pensée des enfants, introduit parfois des difficultés à cause des contraintes excessives qu'ils s'imposent quelquefois : ils refusent d'admettre la moindre variation dans une variable qui doit être neutralisée. Certaines difficultés viennent de la complexité des situations comme par exemple dans les systèmes biologiques. Les thèmes du travail tirés du domaine de la physique conviennent bien en général, pour la séparation des variables car il est plus facile de les fixer que dans du domaine du vivant (Laval, 1985; Chen & Klahr, 1999; Panagiotaki & Ravanis, 2014). Néanmoins tous ne sont pas également favorables. L'enseignant est amené ainsi à intervenir sur le choix des thèmes et sur la stratégie, c'est-à-dire l'ordre dans lequel les problèmes sont étudiés peut avoir de l'importance. D'autres obstacles viennent du trop grand nombre de vérifications à entreprendre. Il est bien évident qu'il ne peut être en question pour l'enseignant d'écarter par argument d'autorité les variables dont il sait qu'elles n'ont pas d'influence sur le phénomène. Le rôle régulateur du groupe limite en général le nombre de variables à essayer mais il arrive qu'il en reste beaucoup avec un risque de fatigue. La répartition des tâches entre les groupes suffit en général à éviter cet obstacle.

Les expériences de vérification risquent de ne plus être valables quand on s'aperçoit qu'on n'y a pas tenu compte d'un facteur, pas encore découvert quand elles ont été entreprises (Morgil et al., 2009; Kokologiannaki & Ravanis, 2012; Matlen & Klahr, 2013). Il faut alors examiner soigneusement les conditions matérielles de l'expérience pour voir si la variable n'a pas été neutralisée par un hasard heureux. Sinon la nécessité de recommencer apparaît immédiatement aux élèves.

Les erreurs peuvent être les paramètres essentiels dans la vérification, en particulier quand on néglige la comparaison avec un témoin. De telles erreurs font mieux prendre conscience de la nécessité de la rigueur dans la méthode, et de la nécessité de préciser les conditions expérimentales (Klahr & Nigam, 2004; Klahr, Zimmerman & Jirout, 2011; Ravanis, 2013b).

Le travail expérimental continu peut conduire les enfants à une attitude « passif » et un comportement « inactif ». Il est vrai que les enfants risquent de répéter de manière presque mécanique : tout doit être pareil sauf une chose. Ce danger existe sans doute mais l'enseignant qui n'est prévenu, considère ordinairement qu'il ne doit pas être exagéré car il existe des gardes fous et que cette étape est d'une telle nécessité que le risque doit être pris (Hindryckx, 2008). Des indicateurs permettant de voir s'il s'agit d'une mécanique ou d'une compréhension en profondeur seront utilisés pour limiter le risque :

- Les enfants savent-ils séparer les variables correctement en situation d'autonomie ?
- Savent-ils abandonner un facteur possible quand on a reconnu qu'il n'intervient pas sur le phénomène ?
- Savent-ils justifier sans ambiguïté la nécessité de ne pas faire varier deux ou plusieurs facteurs à la fois ?
- Justifient-ils la présence dans leur travail, de la neutralisation de variables dont l'effet est peu probable mais possible, en invoquant la prudence ?
- Savent-ils reconnaître l'existence de deux facteurs dans un phénomène et qu'en déduisent-ils ?
- Essayent-ils parfois de voir si la variation d'un facteur peut être compensée par la variation d'un autre ?

Dire que les enfants sont incapables de séparer les variables serait méconnaître :

- La diversité des difficultés dans cette activité, la séparation complète des variables leur est possible dans certains cas et pas dans d'autres.
- L'existence de domaines privilégiés.
- L'existence de différents aspects et des étapes.

#### 4. Discussion

Le présent article vise à poser quelques repères pour comprendre et accompagner des cheminements d'enseignants qui insistent sur l'enseignement expérimental, insatisfaits de leur posture pédagogique dans le laboratoire des sciences physiques et naturelles, incités à changer au gré des réformes institutionnelles, mais souvent perplexes et même, quelquefois, perdus.

En réalité, le travail didactique et expérimental dans le cadre des sciences physiques et naturelles avec les variables conduit à une recherche des paliers possibles. La découverte de plusieurs et différents facteurs susceptibles d'avoir une action sur le phénomène peut aboutir à la recherche des variations de « quelque chose », sans avoir encore la notion de variable, pour voir simplement si cela produit une variation du phénomène. Cela souvent produit l'idée intuitive de justifier le rôle d'une variable en neutralisant les autres.

Comme les enfants s'impliquent aux expérimentations dans le laboratoire de l'école commencent peu à peu à chercher de manière raisonnée par un tâtonnement limité les variables possibles d'un phénomène, découvrant ainsi la dialectique entre le raisonnement et l'action sur les choses réels. Dans ce cadre les enfants imaginent et proposent des expériences de vérification en faisant changer une seule variable, justifient clairement et aussi critiquent des propositions d'expériences par d'autres élèves ou par soi-même. Ainsi peu à peu les enfants résumant clairement une expérience de vérification, distinguent dans divers situations entre toutes les différences sans intérêt et celles qui sont les variables possibles et ils peuvent catégoriser les variables indépendantes et les variables dépendantes.

Enfin quand les enfants vérifient qu'un facteur possible n'a pas d'effet sur le phénomène ils tendent l'ignorent dans les expérimentations ultérieures. En outre nous pouvons observer la distinction entre variables possibles et variables probables dont les élèves tiennent compte par prudence et reconnaissent les limites de validité d'une expérience de vérification en précisant les conditions expérimentales.

Dans ce cadre la question de l'identification et de la gestion des variables semble être décisive et crucial à la construction des savoirs scientifiques à l'école. C'est-à-dire que chaque effort de transposition didactique en sciences physiques et naturelles (Chevallard, 1985; Philippe, 2004; Ravanis, 2010b) nécessite, au-delà des concepts et des phénomènes, un plan de travail sur l'introduction à la méthodologie expérimentale et surtout sur les problèmes relatives aux variables.

## Références

1. Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
2. Castro, D. (2013). Light mental representations of 11-12 year old students. *Journal of Social Science Research*, 2(1), 35-39.
3. Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098-1120.

4. Dedes, C., & Ravanis, K. (2007). Reconstruction des représentations spontanées des élèves: la formation des ombres par des sources étendues. *Skholê, HS(1)*, 31-39.
5. Develay, M. (1989). Sur la méthode expérimentale. *Aster, 8*, 3-15.
6. Flande, Y. (2003a). Le pendule, comme support de teste d'hypothèses. Une séquence réalisée en CM1 à adapter pour la seconde ? *Bulletin de l'Union des Physiciens, 97(850)*, 85-102.
7. Flande, Y. (2003b). Tests d'hypothèses et mesures au CM1. *Grand N, 71*, 91-104.
8. Glauert, E. B. (2009). How young children understand electric circuits: Prediction, explanation and exploration. *International Journal of Science Education, 31(8)*, 1025-1047.
9. Grigorovitch, A. (2015). Teaching optics perspectives: 10-11 year old pupils' representations of light. *International Education & Research Journal, 1(3)*, 4-6.
10. Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017). Représentations mentales des élevés de 10-12 ans sur la formation des ombres. *European Journal of Education Studies, 3(5)*, 150-160.
11. Hindryckx, M.-N. (2008). La démarche scientifique expérimentale en formation initiale d'enseignants du fondamental. *Cahiers des Sciences de l'Éducation, 27/28*, 151-174.
12. Johsua, S. (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. *Aster, 8*, 29-53.
13. Joshua, S., & Dupin, J. J. (1986). L'électrocinétique du collège à l'université. *BUP, 80(683)*, 779-800.
14. Kada, V., & Ravanis, K. (2016). Creating a simple electric circuit with children between the ages of five and six. *South African Journal of Education, 36(2)*, 1-9.
15. Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science, 15(10)*, 661-667.
16. Klahr, D., Zimmerman, C., & Jirout, J. (2011). Educational interventions to advance children's scientific thinking. *Science, 333(6045)*, 971-975.
17. 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.
18. Laval, A. (1985). Chaleur, température, changements d'état. *Aster, 1*, 115-132.
19. Licht, P. (1991). Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach. *Physics Education, 26(5)*, 272-277.



20. Matlen, B. J., & Klahr, D. (2013). Sequential effects of high and low instructional guidance on children's acquisition of experimentation skills: is it all in the timing? *Instructional Science*, 41(3), 621-634.
21. Morgil, I., Seyhan, H. G., Secken, N., Yücel, A. S., Temel, S., & Ural, E. (2009). Overcoming the determined misconceptions in melting and dissolution through question & answer and discussion methods. *Chemistry*, 18(3), 49-61.
22. Nertivich, D. (2016). Représentations des élèves de 11-12 ans pour la formation des ombres et changement conceptuel. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 3(2), 103-107.
23. 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.
24. Oh, P. S. (2010). How can teachers help students formulate scientific hypotheses? Some strategies found in abductive inquiry activities of Earth Science. *International Journal of Science Education*, 32(4), 541-560.
25. Panagiotaki, M.-A. & Ravanis, K. (2014). What would happen if we strew sugar in water or oil? Predictions and drawings of preschoolers. *International Journal of Research in Education Methodology*, 5(2), 579-585.
26. Park, J. (2006). Modelling analysis of students' processes of generating scientific explanatory hypotheses. *International Journal of Science Education*, 28(5), 469-489.
27. Park, J., & Kim, I. (1998). Analysis of students' responses to contradictory results obtained by simple observation or controlling variables. *Research in Science Education*, 28, 365-376.
28. Philippe, J. (2004). La transposition didactique en question : pratiques et traduction. *Revue Française de Pédagogie*, 149, 29-36.
29. Ravanis, K. (2010a). 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.
30. Ravanis, K. (2010b). La transformación didáctica: de las materias académicas a las prácticas escolares. In G. Pappas (Ed.), *Actas de congreso "La lengua griega en América Latina"* (pp. 143-149). Buenos Aires-Patras: Universidad de Patras.
31. Ravanis, K. (2013a). Discovering friction at preschool age: the dynamic of dialogues with five years old children about rolling objects. *International Journal of Research in Education Methodology*, 3(1), 181-185.
32. Ravanis, K. (2013b). Mental representations and obstacles in 10-11 year old children's thought concerning the melting and coagulation of solid substances in everyday life. *Preschool and Primary Education*, 1(1), 130-137.

33. 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.
34. Robson, S. (2012). *Developing thinking and understanding in young children: an introduction for students*. London: Routledge.
35. Rodriguez, J., & Castro, D. (2016). Changing 8-9 year-old pupil's mental representations of light: a metaphor based teaching approach. *Asian Education Studies*, 1(1), 40-46.
36. Ross, A. J. (1988). Controlling variables: a meta-analysis of training studies. *Review of Educational Research*, 58, 405-437.
37. Shadmi, Y. (1981). Teaching 'control of variables' to primary school teachers. *Physics Education*, 16, 93-98.
38. Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.
39. Voutsinos, C. (2017). La séparation des variables à l'apprentissage des sciences physiques pour les enfants jusqu' à 10 ans : supports didactiques et difficultés. *European Journal of Education Studies*, 3(7), 377-387.

Creative Commons licensing terms

Author(s) will retain the copyright of their published articles agreeing that a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) terms will be applied to their work. Under the terms of this license, no permission is required from the author(s) or publisher for members of the community to copy, distribute, transmit or adapt the article content, providing a proper, prominent and unambiguous attribution to the authors in a manner that makes clear that the materials are being reused under permission of a Creative Commons License. Views, opinions and conclusions expressed in this research article are views, opinions and conclusions of the author(s). Open Access Publishing Group and European Journal of Education Studies shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability caused in relation to/arising out of conflicts of interest, copyright violations and inappropriate or inaccurate use of any kind content related or integrated into the research work. All the published works are meeting the Open Access Publishing requirements and can be freely accessed, shared, modified, distributed and used in educational, commercial and non-commercial purposes under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).