



LA SÉPARATION DES VARIABLES À L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES PHYSIQUES POUR LES ENFANTS JUSQU' À 10 ANS : SUPPORTS DIDACTIQUES ET DIFFICULTÉSⁱ

Charilaos Voutsinosⁱⁱ

M. Sc., Primary Education, Australia

Résumé:

La séparation des variables dans les activités scientifiques à la vie quotidienne et à l'école est une procédure qui nécessite toujours une approche didactique spécifique. Dans cet article on présente un spectre des questions, des difficultés et des solutions orientées vers l'identification et la gestion didactique du problème de la séparation des variables à l'approche du monde physique pour les enfants de l'école maternelle et de l'école primaire.

Mots-clés: sciences expérimentales, séparation des variables, école maternelle et primaire

Abstract:

The separation of variables in daily life and in scientific activities at school is a procedure that still requires a special didactic approach. In this article we present a spectrum of issues, difficulties and solutions oriented towards the identification and educational management of the problem of the separation of variables in the run-up to the physical world for kindergarten and primary school children.

Keywords: experimental sciences, separation of variables, kindergarten and primary school

ⁱ THE SEPARATION OF VARIABLES TO THE PHYSICAL SCIENCES LEARNING FOR CHILDREN UNTIL 10 YEARS: DIDACTICS SUPPORTS AND DIFFICULTIES

ⁱⁱ Correspondence: email charilaos.voutsinos@gmail.com

Introduction

Dans le cadre des activités scientifiques et technologiques qui se placent aux enfants souvent on peut constater la nécessité de la séparation des variables (Park, 2006; Robson, 2012). Pourtant, les problèmes de la séparation des variables à l'éducation ne se posent pas en termes aussi nets que pour le scientifique ou l'ingénieur. Car les élèves de l'école maternelle ou primaire ne pensent pas en général à chercher d'emblée et distinctement les facteurs éventuels du phénomène étudié. Les enfants s'intéressent plutôt à trouver les moyens pratiques d'agir sur les objets et d'interagir avec ses propriétés : la longueur, la forme, le poids, la couleur, les réactions aux actions diverses, les mouvements possibles.....

Le plus souvent, le problème de séparer les variables ne se présentait pas d'emblée dans l'étude d'un phénomène mais après une ou deux séquences où ils s'étaient familiarisés avec lui et avaient expérimenté assez librement. La séparation des variables pose à l'élémentaire surtout deux sortes de problèmes qui correspondent à des difficultés bien différentes : trouver les variables possibles et vérifier que ses variables ont incontestablement un rôle décisif dans le phénomène (Develay, 1989). Éventuellement il s'agira en outre e préciser l'effet de ces variables de manière quantitative, d'interpréter leur action, de parvenir parfois à une modélisation. Cela a été réalisé dans quelques cas particuliers qui s'y prêtaient bien.

L'étude des variables éventuelles dans différents phénomènes et problèmes conduit à un spectre des difficultés. Ces difficultés que présente la recherche des facteurs possibles sont très variées suivant les objets du travail et les sujets impliqués. Au niveau de l'objet des activités on trouve par exemple des problèmes que peut poser la causalité ou des cas où le phénomène dépend de plusieurs variables. Au niveau des sujets des fois les variables sont trouvés rapidement, des corrélations existant déjà ou se formant sans difficultés. Par contre, dans d'autres cas ils émergent lentement à l'aide de tâtonnement et de réflexions.

En réalité certains enfants répugnent à chercher d'autres variables quand il y en a déjà une de découverte. C'est pour eux une étape de reconnaître comme possibles et compatibles plusieurs variables. Néanmoins cette étape paraît assez vite franchie sous l'influence des interactions didactiques orientées à élaborer le rôle d'autres variables (Oh, 2010). Il ne semble pas qu'il y ait dans le contexte une difficulté persistante à admettre qu'un phénomène puisse dépendre de plusieurs variables. Il en irait sans doute tout autrement pour l'enfant isolé.

Un autre paramètre très intéressant est la constatation est que les variables proposées par les enfants sont loin de coïncider toujours avec celles du physicien. Cela

ne nous a pas semblé gênant, notre objectif étant non d'établir des lois physiques mais de faire acquérir à l'enfant des moyens d'investigation indispensable et des connaissances de base. Par exemple, dans l'étude de la fusion des substances solides, la nature de la substance est reconnue comme facteur primordial du phénomène et non les conditions thermiques de l'environnement qui n'apparaissent que dans l'interprétation ultérieure (Tiberghien, 1985; Rodriguez & Castro, 2014; Ravanis, 2017).

Dans certains cas les corrélations qui permettent de découvrir les facteurs éventuels sont faciles. Mais les obstacles empêchent souvent qu'ils soient tous découverts (Martinand, 1986; Perales Palacios, Nievas Cazorla & Cervantes Madrid, 1989). Il s'agit d'extraire, dans la trame des circonstances qui accompagnent un phénomène, celles qui sont susceptibles d'agir sur lui. À première vue les obstacles pourraient paraître insurmontables : son incapacité à distinguer les facteurs d'un dispositif conduit parfois le jeune enfant qui tente de répéter un phénomène à reproduire en bloc une situation qu'il ne maîtrise pas. Par exemple, dans une recherche a été présenté aux élèves de 10 ans un dessin qu'il montre une femme qui forme quatre ombres sur le sol. Ensuite a été demandé aux enfants de désigner le point d'où part la lumière pour que les quatre ombres soient formées. Très souvent les élèves ne peuvent pas identifier la correspondance entre le nombre des lampes et celui des ombres. C'est pour ça qu'ils produisent et reproduisent des raisonnements du type « la lumière au-dessus de la femme » (Ravanis, 1998). En fait dans beaucoup des cas, les enfants ont déjà des connaissances intuitives sur le phénomène de la formation des ombres et la plupart des variables comme la position de la source lumineuse ou l'obstacle opaque sont pertinentes (Dumas Carré, Weil-Barais, Ravanis & Shourchek, 2003; Voutsinos, 2013; Grigorovitch & Nertivich, 2017b).

Il semble qu'une discussion préliminaire permet de mobiliser ces connaissances, de les faire émerger au niveau de la classe, ce qui facilite grandement la découverte des facteurs. L'acte pédagogique a consisté essentiellement à mobiliser les connaissances pour les mettre en commun et à faire prendre conscience de la notion des variables et voir comment on peut justifier leur rôle. Ces connaissances intuitives prennent leurs racines dans les activités de classe, si on laisse à l'enfant un temps et une autonomie suffisante pour qu'il prenne connaissance avec le sujet, souvent par des tâtonnements plus ou moins désordonnés avec un but qu'il s'est donné s'y apparentent toutes les activités dont le but est d'enrichir le vécu avec un matériel suffisant. Parfois le but est simplement d'agir pour le plaisir de modifier ou répéter le phénomène en effectuant d'enquêtes, d'apports d'objets et de matériaux etc. Elles permettent dans la mise en commun de faire apparaître des corrélations grâce à la multiplicité des apports et des discussions et de dégager des variables ou des relations causales éventuels. Par

exemple, quand les enfants d'âge préscolaire qui connaissent la propriété attractive des aimants, en les manipulant découvrent que ceux-ci ne "collent" pas seulement entre eux mais aussi ils se repoussent, si deux bouts des aimants de même pôle magnétique se mettent en contact par hasard. Cet événement les impressionne et ensuite les enfants cherchent les variables qu'elles provoquent ce résultat en évoquant « la force » des aimants, la distance des pôles et la différence aux types de pôles (Ravanis, 1994; Nertivich, 2014; Grigorovitch & Nertivich, 2017a).

On peut aussi trouver les connaissances intuitives évoquées précédemment aussi dans le vécu lié à la vie quotidienne (vie de la famille, pratiques courantes, jeux, médias) il permet d'accumuler des faits reliés par des corrélations plus ou moins valables provenant peut-être de comparaisons inconscientes.

2. Supports didactiques pour la séparation des variables

Dans la discussion sur la séparation des variables on évoque souvent des procédures qui facilitent cette tâche: elles peuvent tenir (a) à l'enfant (représentations, attitudes, choix méthodologiques etc), (b) à son entourage (encouragement à chercher, aide pour expliciter, provocation des critiques, des ambiguïtés, des justifications) et (c) à la nature des phénomènes à acquérir et des objets à utiliser.

Certains supports correspondent à deux qualités : pouvoir donner lieu à des observations assez fréquentes et être assez remarquables pour que les corrélations aient pu s'établir. C'est ainsi que avec les enfants des 5 à 12 ans, on s'aperçoit qu'une corrélation a été établie entre l'appropriation du mécanisme de la formation des ombres et la donnée perceptive de la présence de deux ombres d'un obstacle (Ravanis, 2010; Voutsinos, 2013; Nertivich, 2016).

Dans d'autres cas des supports les situations sont déjà détachées d'un environnement trop complexe, ce qui facilite la découverte de variables possibles avec des corrélations imaginées et non encore constatées. Il s'agit souvent d'expériences simples imaginées par les enfants au cours de leurs tâtonnements. Par exemple, après avoir constaté la dissolution de certaines substances dans l'eau ou dans d'autres liquides divers facteurs sont évoqués facilement comme la nature des substances, la température, la quantité d'eau, le récipient, le type ou le niveau du morcellement (Holding, 1987; Prieto, Blanco & Rodriguez, 1989; Slone & Bokhurst, 1992; Morgil et al., 2009; Panagiotaki & Ravanis, 2014).

Une facilitation, très intéressante et souvent cruciale, qui peut assister les corrélations avec quelquefois une incitation, est l'habitude de comparer et surtout dans les cadres des activités expérimentales. P. ex. considérons un pendule simple pouvant

osciller dans le plan vertical. Il correspond à une masse m suspendue par un fil de longueur l , la position du pendule par rapport à la verticale étant repérée par un angle donné. La comparaison des influences de la longueur de la ficelle et de la masse de l'objet, en faisant des expériences successives avec les longueurs des fils ou les objets de masses différentes, peut conduire à la séparation et l'identification des variables cruciales. En réalité ces expérimentations montrent que la période d'oscillation d'un pendule simple ne dépend pas de la masse accrochée, mais de la longueur l du fil. Et pour les élèves du secondaire varie comme la racine carrée de sa longueur (Sommerville, 1974; Flände, 2003a, 2003b; García Trujillo, Ramírez Díaz & Rodríguez Castillo, 2013).

Dans cet exemple il a suffi d'une légère incitation du maître « est-ce que ça pourrait encore dépendre d'autre chose à votre avis ? ». Mais la forme de cette incitation a peut-être aussi amené les enfants à prendre du recul par rapport à leur préoccupation première qui était d'agir.

3. Paramètres comme difficultés à l'identification des variables

Malgré tout, les facteurs facilitateurs ne sont pas découverts à cause de difficultés quelquefois importantes. Ces difficultés peuvent tenir à l'enfant ou à l'entourage. Voilà une série des paramètres qui peuvent influencer l'identification des variables chez la pensée et l'activité des enfants.

1) Parfois les événements à corrélérer peuvent être éloignées dans l'espace ou dans le temps. Étant donné que pour les enfants de l'enseignement préscolaire ou primaire on ne touche pas des problèmes où les phénomènes que dépendent d'un grand nombre des facteurs qui sont difficile à déceler, ces types d'éloignements sont des éléments de complexité. Par exemple, au sujet de la formation des ombres dans le cas où la source lumineuse est étendue, le problème n'est pas simple comme à l'optique géométrique. Il y a là une complexité par le fait que la forme de l'ombre ne reste pas stable. Alors qu'à une distance relativement petite l'ombre garde la forme de l'obstacle opaque, à une grande distance, elle change et prend la forme de la source (Dedes & Ravanis, 2007, 2009).

2) Quand les variations d'un facteur se remarquent peu ou affectent peu les sens. Par exemple au frottement de glissement il y a des variables comme l'aire de contact, la température des surfaces, les lubrifiants éventuelles etc que provoquent peu des différences apparentes à l'évolution du phénomène (Guevorkian & Chepel, 1967; Yavorski & Detlaf, 1975; Caldas, 1994).

3) Les enfants remettent difficilement en question les « connaissances » déjà acquises. Ainsi ils sont persuadés quelquefois qu'un facteur découvert par d'autres ne peut avoir d'action « ça n'a rien à voir avec... » ou bien l'enfant sait qu'il a changé quelque chose mais il n'en parle pas. Cette difficulté peut jouer un rôle important pour l'enfant isolé mais il est sans doute mineur à l'échelle de la classe grâce à la discussion collective entre les élèves, les expérimentations et les interventions des enseignants. Par exemple, quand les enfants de l'âge préscolaire travaillent avec la lumière, à partir des centrations diverses ils ne reconnaissent pas la lumière comme entité distincte dans l'espace. Mais dans des situations des échanges et des interactions les petits élèves dépassent ses centrations et arrivent à la reconnaissance de la lumière comme entité distincte dans l'espace (Ntalakoura & Ravanis, 2014).

4) Pendant l'élaboration des phénomènes souvent il y a des confusions et/ou quelques concepts en jeu mal formés. Parfois les facteurs peuvent être fort mal distingués les uns des autres, par exemple la distinction est souvent mal faite entre objet et substance. Ainsi, un cube de glace a des propriétés autonomes qui ne sont pas liés à l'eau (Laval, 1985; Zimmermann-Asta, 1990; Ravanis, 2017). Autres fois des facteurs agissent toujours ensemble, à moins qu'on on n'intervienne pas pour les séparer quand cela est possible.

Toutes ces difficultés, parmi d'autres, entravent la découverte des variables par corrélation directe et presque intuitive, souvent inconsciente, entre les observables. Comme ils tiennent parfois à la nature des facteurs eux-mêmes, il en résulte que certains émergent rapidement et d'autres pas ; nombreux sont les cas où les facteurs ne sont pas découverts en une seul foi.

Il faut souligner dès maintenant la différence fondamentale entre l'enfant isolé et l'enfant dans la classe et/ou dans un groupe de collaboration (Park & Kim, 1998; Resta-Schweitzer & Weil-Barais, 2007). Dans le premier cas on peut distinguer une découverte des variables difficile et limitée en nombre, tandis que dans le second cas la découverte est relativement facile et plusieurs variables sont dégagées. Dans de nombreux cas les variables n'apparaissent pas avec la seule incitation à les chercher, mais de manière bien différente.

4. Discussion

À l'occasion des expériences de vérification, des contradictions entre les résultats expérimentaux peuvent provoquer un étonnement engageant une recherche. Dans un travail sur l'évaporation de l'eau, le rôle de l'agitation de l'air n'a pas été découvert contrairement à celui de la température et de la surface ; dans une activité autonome où

il peut vérifier le rôle de la température, un enfant à l'école primaire réalise alors successivement l'évaporation avec le même liquide et la même surface en plaçant un récipient à l'intérieur et l'autre à l'extérieur pour avoir des températures différentes. En discutant avec l'enseignant il dit : « Je n'y comprends plus rien..... je trouve que l'eau s'évapore plus vite dehors où il fait plus froid et tout à l'heure on a trouvé qu'à la chaleur l'évaporation est plus rapide.... ». Cet étonnement suscite une recherche et le rôle d'une variable non encore découverte peut être suspecté : l'enfant croit avoir changé seulement une seule chose »en changeant l'endroit». S'il ne trouve pas lui-même qu'il a changé une autre variable, il est possible au maître d'intervenir en concrétisant l'attention : n'y a-t-il que la température qui change faisant l'hypothèse que cela sera suffisant dans le cas considéré.

L'enseignant peut aussi provoquer la clarification de la situation et permettre une comparaison, c'est-à-dire faire apparaître clairement ce qui change en faisant éventuellement référence aux pratiques courantes comme p. ex. au rôle du vent pour faire sécher. Cela permettra aussi d'établir la corrélation. Il est souhaitable que la prise de conscience puisse être explicitée : en changeant l'endroit il croyait que ça changeait seulement la température, ça change aussi le vent. La comparaison systématique traduite dans un tableau fait alors apparaître une différence (un glaçon est sur une assiette, l'autre sur du polystyrène expansé) donc une corrélation possible qui est d'abord refusée « l'assiette ne peut rien y faire » puis acceptée comme possible car on n'en trouve pas d'autre. La construction des variables se fait ici contre l'incapacité à concevoir le rôle d'un facteur.

On peut se demander toutefois ce qu'il adviendra si les expériences ne mettent pas en évidence spontanément la contradiction qui permet d'engager la recherche sur le facteur non découvert. Dans ce cas l'enseignant peut délibérément provoquer une contradiction en incitant les enfants d'un groupe à travailler pour faire émerger les variables cruciales (Shadmi, 1981; Ross, 1988) En plus il peut aussi valoriser les variables qui peuvent apparaître successivement au cours de la résolution d'un problème ou bien des problèmes différents.

Références

1. Caldas, H. (1994). *Le frottement solide sec: le frottement de glissement et de non glissement. Étude des difficultés des étudiants et analyse de manuels*. Thèse de Doctorat, France, Université Paris 7.

2. Dedes, C., & Ravanis, K. (2007). Reconstruction des représentations spontanées des élèves: la formation des ombres par des sources étendues. *Skholê, HS(1)*, 31-39.
3. 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.
4. Develay, M. (1989). Sur la méthode expérimentale. *Aster, 8*, 3-15.
5. Dumas Carré, A. Weil-Barais, A. Ravanis, K. & Shourcheh, F. (2003). Interactions maître-élèves en cours d'activités scientifiques à l'école maternelle : approche comparative. *Bulletin de Psychologie, 56(4)*, 493-508.
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. García Trujillo, L. A., Ramírez Díaz, M. H., & Rodríguez Castillo, M. (2013). Misconceptions of Mexican teachers in the solution of simple pendulum. *European Journal of Physics Education, 4(3)*, 17-27.
9. Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017a). Introduction to magnets for lower primary school students. *European Journal of Education Studies, 3(3)*, 144-154.
10. Grigorovitch, A., & Nertivich, D. (2017b). Représentations mentales des élevés de 10-12 ans sur la formation des ombres. *European Journal of Education Studies, 3(5)*, 150-160.
11. Guevorkian, R. G., & Chepel, V. V. (1967). *Cours de physique générale*. Moscou: Éditions Écoles supérieures.
12. Holding, B. (1987). *Investigation of school children's understanding of the process of dissolving with special reference to the conservation of matter and the development of atomistic ideas*. PhD Thesis, University of Leeds, Leeds.
13. Laval, A. (1985). Chaleur, température, changements d'état. *Aster, 1*, 115-132.
14. Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
15. 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.
16. Nertivich, D. (2014). Sciences activities in preschool age: the case of elementary magnetic properties. *Journal of Advances in Humanities, 1(1)*, 1-6.
17. Nertivich, D. (2016). Représentations des élevés de 11-12 ans pour la formation des ombres et changement conceptuel. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 3(2)*, 103-107.

18. 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.
19. 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.
20. Park, J. (2006). Modelling analysis of students' processes of generating scientific explanatory hypotheses. *International Journal of Science Education*, 28(5), 469-489.
21. 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.
22. 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.
23. Perales Palacios, F. J., Nievas Cazorla, F., & Cervantes Madrid, A. (1989). Misconceptions on geometric optics and their association with relevant educational variables. *International Journal of Science Education*, 11(3), 273-286.
24. Prieto, T., Blanco, A., & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, 11(4), 451-463.
25. Ravanis, K. (1994). The discovery of elementary magnetic properties in pre-school age. A qualitative and quantitative research within a piagetian framework. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2(2), 79-91.
26. Ravanis, K. (1998). Procédures didactiques de déstabilisation des représentations spontanées des élèves de 5 et 10 ans. Le cas de la formation des ombres. In A. Dumas Carré & A. Weil-Barais (éds), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* (pp. 105-121). Berne: P. Lang.
27. 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.
28. Ravanis, K. (2017). Une approche des représentations des enfants de 5 à 14 ans sur la fusion et la solidification du sel. *European Journal of Education Studies*, 3(4), 223-235.
29. 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.

30. Robson, S. (2012). *Developing thinking and understanding in young children: an introduction for students*. London: Routledge.
31. Ross, A. J. (1988). Controlling variables: a meta-analysis of training studies. *Review of Educational Research*, 58, 405-437.
32. Rodriguez, J., & Castro, D. (2014). Children's ideas of changes in the state of matter: solid and liquid salt. *Journal of Advances in Humanities*, 1(1), 1-6.
33. Shadmi, Y. (1981). Teaching 'control of variables' to primary school teachers. *Physics Education*, 16, 93-98.
34. Slone, M., & Bokhurst, F. (1992). Children's understanding of sugar water solutions. *International Journal of Science Education*, 14(2), 221-235.
35. Sommerville, S. C. (1974). The pendulum problem: patterns of performance defining developmental stages. *British Journal of Educational Psychology*, 44(3), 266-281.
36. Tiberghien, A. (1985). Heat and temperature: the development of ideas with teaching. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 66-84). Milton Keynes, UK: Open University Press.
37. Voutsinos, C. (2013). Teaching Optics: light sources and shadows. *Journal of Advances in Physics*, 2(2), 134-138.
38. Yavorski, B., & Detlaf, A. (1975). *Aide-mémoire de Physique*. Moscou: Éditions Mir.
39. Zimmermann-Asta, M. L. (1990). *Concept de chaleur: Contribution à l'étude des conceptions d'élèves et de leurs utilisations dans un processus d'apprentissage*. Thèse de doctorat, Genève: FPSE-Université de Genève.

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/).