

Conceptions naïves et structures cognitives : méthodes de mesure implicites et explicites

Marine DELAVAL

Andreas MÜLLER

IUFE – Université de Genève

Résumé

De multiples méthodes existent avec l'objectif de mesurer les conceptions naïves chez les élèves ou plus globalement dans la population générale. Ces méthodes vont des plus explicites, comme les tests conceptuels ou les tests d'associations, aux plus implicites, comme les tâches de réponses rapides ou l'*Implicit Association Test*. Dans cette présentation, nous tentons d'établir des liens entre ces méthodes qui font peu références les unes des autres et exposons un travail préparatoire visant à comparer et exploiter de tels liens, afin de mieux appréhender l'apport respectif de ces méthodes dans la compréhension des conceptions naïves et de leur fonctionnement.

Mots-clés : conceptions naïves ; structure cognitive ; méthodes de mesures implicites et explicites.

Abstract

Many methods exist to measure misconceptions that pupils – or the general population – have about a certain topic. These methods can be either explicit, like concept tests or word association tests, or implicit, like speeded response tasks or the *Implicit Association Test*. In this presentation, we try to establish links between these methods, which are currently found in very distinct literatures, and expose a preliminary work that aims to compare and exploit these links, in order to better grasp the contribution of these methods in the understanding of misconceptions and their functioning.

Keywords: misconceptions; cognitive structure; implicit and explicit measurement methods.

Contexte

Connaître les conceptions naïves répandues chez les élèves (ou plus globalement dans la population générale) et comprendre la façon dont un expert accède à la conception scientifique sont deux éléments qui permettent de mieux ajuster l'enseignement d'un concept. Différentes méthodes existent qui ont pour objectif de mesurer ces conceptions naïves et de comprendre leur évolution à travers les apprentissages.

On trouve tout d'abord les tests conceptuels (*concepts tests*) qui permettent d'évaluer la compréhension conceptuelle des élèves – ce que peinent parfois à mesurer les évaluations traditionnelles (Adams & Wieman, 2011; Liu, 2012; Madsen, McKagan, & Sayre, 2017). Un exemple très utilisé est le *Force Concept Inventory* (Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992) qui permet d'évaluer la compréhension des notions de mécanique newtonienne au moyen de courtes situations pratiques. Pour chacune d'entre elles, sont systématiquement proposées la réponse correspondant aux notions newtoniennes ainsi que des réponses correspondant aux conceptions naïves répandues.

Récemment, d'autres méthodes visent à capter ces conceptions de manière plus implicite en analysant les temps de réactions lors de tâches de réponses rapides (*speeded response tasks*, e.g. Shtulman & Valcarcel, 2012), de tâches de type Stroop (*Stroop Analogous Tasks* (e.g. Heckler, Scaife, & Sayre, 2010; Potvin, Masson, Lafortune, & Cyr, 2015), ou encore par l'utilisation de l'Implicit Association Test (*IAT* - Greenwald, McGhee, & Schwartz, 1998). Ainsi, par exemple, Shtulman et Valcarcel (2012) ont demandé à des étudiants de vérifier des affirmations concernant dix domaines scientifiques – pour certaines de ces affirmations, la conception naïve répandue correspondait à la conception scientifique (ex : "l'homme transforme la nourriture en énergie") ; pour d'autres la conception naïve répandue était contraire à la conception scientifique (ex : "le feu est composé de matière"). Leurs résultats montrent que les participants répondent en moyenne plus exactement et plus rapidement pour les affirmations consistantes. Selon ces auteurs, un plus grand temps de réponse pour les affirmations inconsistantes peut s'expliquer par le fait que les conceptions naïves "survivent" à l'apprentissage des théories scientifiques, et que la coexistence de ces deux conceptions provoquent un conflit cognitif. Globalement, ces méthodes implicites tentent de comprendre comment se fait l'accès aux conceptions scientifiques, malgré la coexistence avec les conceptions naïves contradictoires.

D'autres méthodes encore tentent plus largement de comprendre comment les connaissances sont structurées mentalement chez les élèves et/ou chez les experts, et ainsi de révéler

indirectement certaines conceptions naïves. Outre les concepts maps, ces cartes mentales que les élèves apprennent à dessiner pour expliciter l'état de leurs connaissances sur un sujet, certains auteurs proposent les *Word Association Tests*, qui se basent entre autres sur des associations d'idées spontanées et sont bien moins chronophages (e.g. Beatty & Gerace, 2002; Johnson, 1969; Preece, 1976). Par exemple, dans l'étude de Preece (1976), des étudiants devaient citer en moins d'une minute les mots qui leur venaient à l'esprit pour quinze mots-stimulus appartenant au champ de la mécanique. À partir des associations produites par les étudiants, l'auteur a calculé des coefficients d'association dont il a ensuite déduit des structures associatives ; il montre dans son étude une évolution de ces structures en fonction de l'avancement des études.

Objectifs

Les méthodes de mesure citées précédemment sont donc multiples et se situent sur une gamme de la plus explicite – les tests conceptuels – à la plus implicite – l'Implicit Association Test. De plus, elles proviennent de champs de recherches relativement distincts qui, à notre connaissance, ne communiquent pas beaucoup. Le travail de recherche présenté ici a donc deux objectifs principaux : premièrement, établir des liens entre ces multiples méthodes qui, malgré un objectif commun, font peu référence les unes des autres. Deuxièmement, présenter un travail préparatoire qui a pour but de comparer et exploiter de tels liens, afin de mieux appréhender l'apport respectif de ces méthodes dans la compréhension des conceptions naïves et de leur fonctionnement.

Dans cette optique, il faut noter que d'autres méthodes existantes et répandues dans le domaine de la psychologie cognitive ont peu ou pas – à notre connaissance – été utilisées dans le domaine de la didactique des sciences, alors même qu'elles pourraient être pertinentes. Citons par exemple la méthode d'amorçage (*priming*) qui est notamment utilisée pour explorer le lexique mental (McNamara, 2004), et qui pourrait être une bonne mesure de la structure cognitive de concepts scientifiques chez des élèves. Notre recherche se donne pour dernier objectif d'explorer les possibilités d'utilisation de cette méthode comme mesure complémentaire des structures cognitives et indirectement des conceptions naïves.

Références bibliographiques

- Adams, W. K., & Wieman, C. E. (2011). Development and Validation of Instruments to Measure Learning of Expert-Like Thinking. *International Journal of Science Education*, 33(9), 1289- 1312. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.512369>
- Beatty, I. D., & Gerace, W. J. (2002). Probing physics students' conceptual knowledge structures through term association. *American Journal of Physics*, 70(7), 750-758. <https://doi.org/10.1119/1.1482067>
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: the implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(6), 1464- 1480.
- Heckler, A. F., Scaife, T. M., & Sayre, E. C. (2010). Response Times and Misconception-like Responses to Science Questions (p. 139- 144). Présenté à 32^{nc} Annual Conference of the Cognitive Science Society, S. Ohlsson & R. Catrambone. Consulté à l'adresse <http://mindmodeling.org/cogsci2010/papers/0022/paper0022.pdf>
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141- 158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Johnson, P. E. (1969). On the communication of concepts in science. *Journal of Educational Psychology*, 60(1), 32- 40.
- Liu, X. (2012). Developing Measurement Instruments for Science Education Research. In *Second International Handbook of Science Education* (p. 651- 665). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_43
- Madsen, A., McKagan, S., & Sayre, E. C. (2017). Resource Letter: RBAI-1: Research-based Assessment Instruments in Physics and Astronomy. *American Journal of Physics*, 85(4), 245- 264. <https://doi.org/10.1119/1.4977416>
- McNamara, T. P. (2004). *Semantic Priming: Perspectives from Memory and Word Recognition*. Taylor & Francis.
- Potvin, P., Masson, S., Lafortune, S., & Cyr, G. (2015). Persistence of the intuitive conception that heavier objects sink more: a reaction time study with different levels of interference. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 21-43. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9520-6>
- Preece, P. F. W. (1976). Associative Structure of Science Concepts. *British Journal of Educational Psychology*, 46(2), 174- 183. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02309.x>
- Shtulman, A., & Valcarcel, J. (2012). Scientific knowledge suppresses but does not supplant earlier intuitions. *Cognition*, 124(2), 209- 215. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.04.005>