

Les grandeurs masse et volume en maternelle

Difficultés des élèves

Anne-Amandine Decroix
LDAR (EA 4434) UA UCP UPD UPEC URN - France

Sandra Javoy
LDAR (EA 4434) UA UCP UPD UPEC URN - France

Résumé

Cette communication présente les conceptions d'élèves de cycle 1 sur les concepts de masse et de volume et sur le comportement d'objets après leur immersion dans l'eau. Des entretiens semi-directifs avec manipulations sont réalisés afin de repérer les conceptions résistant à un enseignement qualifié d'usuel. Ce travail est une des analyses préalables d'une ingénierie didactique visant l'élaboration d'une séquence d'enseignement permettant une meilleure compréhension des concepts de masse et de volume chez les élèves de maternelle.

Mots-clés

cycle 1, conception, masse, volume, flottabilité.

The concepts of mass and volume in nursery school

Pupils difficulties

Abstract

This communication presents the way cycle 1 (nursery school pupils aged 3-6) perceive the concepts of mass and volume and the way objects act after being submerged in water. Semi-guided interviews with hands-on input by pupils were used to assess preconceptions which resist what is considered standard teaching content. This work is part of the preliminary

analyses towards a didactical engineering. The lesson plan sequence elaborate should enable nursery school pupils to gain a better understanding of the concepts of mass and volume.

Key-words

Nursery school, conception, mass, volume, buoyancy

INTRODUCTION

Le concept de densité apparaît dans les textes officiels à partir du cycle 3¹. La conceptualisation de la densité nécessite une bonne compréhension des concepts de masse et de volume (Hawesh, 2016). Cependant, au cycle 3, les élèves ont encore des difficultés à conceptualiser ces grandeurs, et Passelaigue (2011) souligne que ces difficultés sont souvent sous estimées. Ces concepts de masse et de volume sont abordés dès le cycle 1². En fin d'école maternelle les élèves doivent être capables de « Classer des objets en fonction de caractéristiques liées à leur forme » et de « Classer ou ranger des objets selon un critère de longueur ou de masse ou de contenance ». Sur éduscol, les ressources proposant des comparaisons de masses n'apparaissent qu'à partir du cycle 2. Par contre, des activités impliquant la masse et le volume sont présentes en cycle 1 dans une ressource intitulée « les bateaux »³ à travers des expériences sur les critères de flottabilité. A l'école primaire, des activités autour de la flottabilité sont souvent proposées (Dawkins et al., 2008 ; Hashweh, 2016 ; Koliopoulos et al., 2004). Cependant, ces études montrent que les activités en classe se résument plus à de simples classements d'objets et non à l'établissement de critères sur la flottabilité. On peut s'interroger sur les difficultés des élèves de maternelle à conceptualiser les grandeurs masse et volume à partir de activités qui leur sont généralement proposées. Nous présentons ici les conceptions des élèves de maternelle sur ces grandeurs ainsi que sur les critères de flottabilité dans le cadre de l'analyse préalable à l'élaboration d'une ingénierie didactique (Artigue, 1988) visant une meilleure compréhension des concepts de masse et de volume chez les élèves de cycle 1.

LES CONCEPTIONS DES ELEVES

Piaget a montré que les enfants disposaient de représentations préalables construites au cours de leur existence. Comme un élève construit ses connaissances en fonction de celles qu'il a déjà et de ses représentations initiales, il semble important de les prendre en compte lors de l'élaboration de séquences d'enseignement afin de lui permettre de

¹ Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015, disponible à : http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?pid_bo=33400.

² Bulletin officiel spécial n° 2 du 26 mars 2015, disponible à : <http://www.education.gouv.fr/cid87300/rentree-2015-le-nouveau-programme-de-l-ecole-maternelle.html>

³ Disponible sur le site Eduscol à : <http://eduscol.education.fr/cid91997/explorer-le-monde-du-vivant-des-objets-et-de-la-matiere.html>

faire évoluer ses représentations erronées. Ces représentations sont souvent proches d'un individu à l'autre. Il existe donc, sur un sujet donné, des grandes tendances de raisonnement communes ou « conceptions » à l'ensemble d'une population (Viennot,1996). En ce qui concerne les conceptions des jeunes élèves sur les grandeurs masse et volume, Piaget et Inhelder (1941) montrent qu'au cours du stade préopératoire (2-7 ans) l'enfant n'a pas acquis la notion de conservation de la quantité de substance après déformation. De même, l'enfant pense que le poids⁴ de la substance diffère après déformation. En ce qui concerne le volume, si un morceau de pâte à modeler est immergé dans l'eau, l'élévation du niveau de l'eau ne sera pas la même selon la forme du morceau. L'enfant à ce stade ne dissocie le poids ni du volume, ni de la quantité de substance. En d'autres termes, un corps est lourd si il est gros. Concernant le comportement d'objets immergés dans un liquide, Piaget (1930) montre que vers 5-6 ans, les enfants pensent que les objets (les bateaux) flottent parce qu'ils sont lourds et vers 6-8 ans qu'ils flottent car ils sont légers. Piaget rappelle que, pour les enfants de cet âge, lourd est associé à gros et petit à léger. Des études plus récentes relèvent des raisonnements similaires chez les élèves (Koliopoulos et al, 2004 ; Rappolt-Schlichtmann et al, 2007). Rappolt-Schlichtmann et al (2007) montrent que raisonnements des élèves évolue après un soutien. Piaget et Inhelder (1941, p.XVI) indiquent que le développement des structures opératoires n'est pas lié uniquement à la maturation du système nerveux mais que l'expérience acquise, les interactions sociales et « une équilibration progressive des coordinations d'action » peuvent permettre de faire évoluer certaines représentations des élèves.

PROBLEMATIQUE

L'objectif final de notre travail est l'élaboration d'une ingénierie didactique visant une meilleure compréhension des concepts de masse et de volume par les élèves de cycle 1 ce qui leur permettra, par la suite, de mieux appréhender le concept de densité. Comme nous l'avons signalé supra, les activités proposées en classe autour de la flottabilité sont nombreuses, mais ne permettent pas réellement d'établir des critères de flottabilité. De plus, des entretiens réalisés auprès de 9 enseignants de cycle 1 montrent que les activités de comparaison réalisées concernent essentiellement les comparaisons de longueur et que lorsque les comparaisons de masse sont présentes, les

⁴ En cycle 1, les élèves ne font pas la distinction entre la masse et le poids. les deux termes sont utilisés indifféremment.

instruments comme la balance Roberval permettant une comparaison directe ne sont pas utilisés. Les exigences de l'institution nous conduisent donc à nous intéresser à l'état conceptuel des élèves après un enseignement « usuel », c'est à dire auprès d'élèves ayant vécu une situation d'apprentissage sur la flottabilité inspirée de celle présente sur éducol et ayant vécu des activités de comparaison de masses essentiellement avec les mains. Nous voulons en effet saisir les conceptions qui résisteraient à un enseignement « usuel » afin de concevoir une séquence d'enseignement la plus pertinente possible.

METHODOLOGIE

Des entretiens individuels avec manipulations ont été réalisés auprès de 11 élèves de moyenne section de maternelle. Ces entretiens ont été filmés en juin 2017.

L'entretien se déroule en 2 parties, la première interroge l'élève sur les critères de flottabilité de certains objets et la seconde sur les comparaisons de masse.

En ce qui concerne la flottabilité, nous souhaitons connaître la manière dont les grandeurs masse et volume mais aussi la matière pourraient être mobilisées par les élèves afin de justifier le comportement des objets dans l'eau. Le choix des objets s'est porté sur des objets de forme identique, des boules, de matières et de tailles différentes. Afin de voir si le critère matière serait évoqué, certaines boules ont été peintes. L'élève doit dans un premier temps indiquer, sans toucher les boules, si celles-ci vont flotter ou couler, en justifiant ses choix. Il peut ensuite modifier son classement après avoir manipulé les boules. Les boules sont immergées et leur flottabilité est discutée.

En ce qui concerne les comparaisons de masse, le chercheur recueille les raisonnements des élèves sur le fonctionnement de la balance Roberval. Puis il présente deux boules à l'élève, une grande plus légère qu'une petite. L'élève doit expliquer pourquoi la balance penche du côté de la petite. L'élève est ensuite interrogé sur les conditions d'équilibre de la balance.

L'analyse des résultats est complétée par une analyse lexicométrique, réalisée à l'aide du logiciel Iramuteq.

RESULTATS

Les critères de flottabilité

Avant de manipuler les boules, la majorité des élèves interrogés (8/11) classe les grosses dans la catégorie « ça flotte » et les petites dans la catégorie « ça coule ». Ces

choix ne sont pas justifiés pour 3 élèves. Pour les autres, la flottabilité est directement liée au volume « une petite ça coule et une grosse ça flotte ». Un élève pense que presque toutes les boules vont couler et se justifie en évoquant le volume des boules « elle est petite donc elle va couler, elle est grosse donc elle va couler ». Deux élèves classent les boules de façon aléatoire, sans savoir expliquer leur choix ou en proposant parfois des critères de couleur (1 élève).

Après manipulation des boules, 6 des 8 élèves qui proposaient un classement petit-coule et gros-flotte, conservent leur classement. Les 2 élèves proposant un changement important le justifient avec des critères de volume « ça flotte car elle est grosse, ça coule car elle est grosse ». Bien que cela ne soit pas évoqué par ces élèves, il semble que le classement soit lié à la masse (et non à la densité) : les plus légères flottent et les plus lourdes coulent. En ce qui concerne les 6 élèves n'ayant pratiquement pas modifié leur classement, 3 évoquent des critères de masse en manipulant les boules sans que ce critère n'intervienne dans le classement « elle est légère, elle va couler car elle est petite ». Une élève évoque également la dureté et la mollesse de certaines boules sans que cela n'intervienne non plus dans son classement « elle est dure, elle va couler car elle est petite ». L'élève qui avait classé pratiquement toutes les boules dans la catégorie « ça coule » propose un nouveau classement, inverse des autres élèves, où les grosses boules coulent et les petites flottent, sans évoquer le critère de masse. Les deux élèves qui avaient proposé des classements aléatoires ne voient pas leurs prédictions évoluer après manipulation. La matière des boules n'est jamais évoquée par les élèves.

Après avoir mis les boules dans l'eau, lorsque le comportement de celles-ci est différent de celui attendu, les élèves n'évoquent que des critères de volume « en fait elle était petite, en fait elle était grosse » ou ne savent pas expliquer le comportement des boules.

Les comparaisons de masse

Pour l'ensemble des élèves interrogés, la balance penche du côté de la boule la plus grosse. Les élèves sont fortement déstabilisés lorsque la balance penche du côté de la boule la plus petite. De même, les conditions d'équilibre horizontal ne semblent pas comprises par les élèves. Le critère de masse n'est jamais évoqué.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En ce qui concerne les expériences sur la flottabilité, les conceptions des élèves sont souvent proches de celles pointées par Piaget (1930). Cependant, Piaget précise que pour les enfants de l'âge de ceux que nous avons interrogés, grand est associé à lourd

et petit à léger. Chez les élèves interrogés, c'est le critère de volume qui prédomine et lorsque le critère de masse est évoqué lors des expériences sur la flottabilité, c'est souvent indépendamment du volume, puisqu'un objet lourd va couler si il est petit et flotter si il est gros. Bien que ces résultats ne soient pas en tout point identiques à ceux relevés par Piaget, les conceptions des élèves ne semblent pas avoir beaucoup évoluées après un enseignement « usuel ». Cette recherche constituait une partie de l'analyse préalable d'une ingénierie didactique. Les résultats obtenus nous conduisent à envisager la construction de séquences d'enseignement prenant en compte la matière de l'objet à travers des situations faisant intervenir la flottabilité et des comparaisons de masse avec la balance Roberval (Passelaigue, 2011).

BIBLIOGRAPHIE

- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9 (3), 281-308.
- Dawkins, K. R., Dickerson, D. L., McKinney, S. E., & Butler, S. (2008). Teaching Density to Middle School Students: Preservice Science Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Practices. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 82(1), 2126.
- Hashweh, M. Z. (2016). The complexity of teaching density in middle school. *Research in Science & Technological Education*, 34(1), 124.
- Koliopoulos, D., Tantaros, S., Papandreou, M., & Ravanis, K. (2004). Preschool children's ideas about floating: a qualitative approach. *Journal of Science Education*, 5(1), 2124.
- Passelaigue Theys, D. (2011). *Grandeurs et mesures à l'école élémentaire*. Université de Montpellier
- Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. London : Transaction Publishers.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1941). *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Rappolt-Schlichtmann, G., Tenenbaum, H. R., Koepke, M. F., & Fischer, K. W. (2007). Transient and Robust Knowledge: Contextual Support and the Dynamics of Children's Reasoning About Density. *Mind, Brain, and Education*, 1(2), 98 108
- Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique*. Bruxelles, de Boeck.