

Peuvent-ils les Enfants de l'Age Préscolaire Construire un Modèle pour la Flottaison et l'Immersion?

[Preschool Age Children Can Build a Model for the Waterline and Immersion?]

Phan Sung Tin

American Pacific University, Vietnam



Résumé — Dans cet article, nous étudions la capacité d'enfants de 5 à 6 ans d'approcher un modèle précoce d'un sujet complexe comme la flottaison et l'immersion des objets. Nous introduisons un recueil de données qualitatif visant à identifier les idées de 128 d'élèves de l'école maternelle sur le phénomène et leur évolution au cours d'une discussion à visée modélisatrice. L'étude montre que le dispositif utilisé permet de recueillir un certain nombre d'idées des enfants. Cependant, la majorité ne semble pas arriver à la construction d'un modèle précoce, indispensable à la compréhension des phénomènes « flottaison et immersion ».

Mots-Clés — *Monde physique; modèles; école maternelle.*

Abstract — In this article, we examined the ability of children 5 to 6 years to approach an early model of a complex subject as the flotation and the immersion of objects. We introduced a qualitative data collection to identify the ideas of 128 students of a kindergarten on the phenomenon and their evolution during a discussion model-referred. The study shows that the device allows to collect a certain number of ideas of children. However, the majority does not seem to happen in the construction of an early model, essential to understand the phenomena "flotation and immersion".

Keywords — *Physical world; models; nursery school.*

I. INTRODUCTION

L'idée de la construction de savoir en didactique des sciences physiques et naturelles à l'école passe par la découverte du monde physique et naturelle à l'école maternelle. Souvent ces préoccupations mettent l'accent sur les activités expérimentales, la pratique quotidienne avec les substances et les objets et la modélisation [1], [2], [3], [4]. À l'enseignement préscolaire les enfants observent, tâtonnent et repèrent les caractéristiques simples des objets, posent des questions et progressent dans la formulation de ses interrogations vers plus de rationalité. Ils apprennent à adopter un autre point de vue que le sien propre et les rapprochements avec la pensée logique peut conduire aux raisonnements avancés et compatibles aux modèles

scientifiques [5], [6]. L'apprentissage en classe de découverte du monde réel se fait donc par l'expérience directe et la confrontation avec la réalité étudiée. Cependant les activités d'initiation et de manipulation doivent être en lieu avec les théories des constructions des savoirs en sciences expérimentales [7], [8], [9].

II. CADRE THÉORIQUE

Un enjeu crucial de l'enseignement scientifique pour les petits enfants est la possibilité de mettre en place des activités de modélisation scientifique en classe. Mais c'est quoi la modélisation ? Dans la littérature classique de la didactique des sciences physiques « modéliser » est le passage du registre de la vue familière et quotidienne du

monde vers le registre des élaborations intellectuelles profondes, c'est-à-dire au monde de concepts de théories et finalement des modèles [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]. Jean-Luis Martinand [11], [13] a proposé une procédure de modélisation qui décrit l'activité mentale de l'élève durant l'apprentissage, « les tâches d'application du modèle ». Ainsi d'un côté le registre du « référent empirique » c'est-à-dire celui des objets, des phénomènes, des procédés et des rôles sociotechniques correspond au réel que l'élève construit et tente de comprendre. De l'autre côté le registre de modèles correspond aux « élaborations intellectuelles » et repose sur les concepts et les théories scientifiques. Ce deuxième registre permet de questionner le référent empirique afin de répondre aux questions qui n'ont pas de réponse dans le registre du référent empirique. Le registre empirique donc peut être l'appui pour que l'élève puisse passer au registre des élaborations intellectuelles celui des modèles.

Ensuite la pratique sous forme des tâches d'application de ce nouveau modèle vont permettre aux enfants de reconstituer leur représentation antérieure [18], [19]. En réalité « au cœur de la modélisation comme activité, il y a des tâches qui l'orientent. Avant de les concevoir comme une application ou même un enrichissement du concept de la situation didactique, il faut caractériser au plus près du point de vue épistémologique, psychologique et pédagogique les tâches qui vont être proposées aux élèves... » [13, p. 118].

Dans ce cadre théorique on s'intéresse aux activités scientifiques efficaces pour la modélisation des phénomènes de l'immersion et de la flottaison à l'école maternelle. À l'épistémologie des sciences Bachelard [20, p. 18] a souligné premier que « l'équilibre des corps flottants fait l'objet d'une intuition familière qui est un tissu d'erreurs. D'une manière plus ou moins nette, on attribue une activité au corps qui flotte.... Si l'on essaie avec la main d'enfoncer un morceau de bois dans l'eau, il résiste. On n'attribue pas facilement la résistance à l'eau ». Il propose donc une « psychanalyse des erreurs initiales » sans laquelle « on ne fera jamais comprendre que le corps qui émerge et le corps complètement immergé obéissent à la même loi ». Dans la tradition de la recherche piagétienne les explications des enfants sur la question de la flottaison des bateaux ont été classés en quatre catégories [21] : à la première jusqu'à l'âge de 5 ans, l'argumentation sur la flottaison se limite aux explications prélogiques basée par exemple sur l'animisme. À la deuxième catégorie, de 5 à 6 ans, domine comme explication l'idée d'un objet lourd, argument qui est inversé dans la prochaine phase de 6 à 8 ans (troisième catégorie).

Finalement vers 9 ans les enfants commencent à discuter sur la relation du poids de bateau et la force qu'exerce l'eau.

Selon Kohn [22] la notion intuitive de densité, que quels enfants utilisent et sa liaison directe avec le matériel qui constitue l'objet, pourrait être le concept central pour la construction d'un modèle précurseur du phénomène de flottaison / immersion descriptif mais compatible au scientifique, en même temps adapté aux possibilités cognitives des enfants de cet âge. Ces résultats ont été confirmés par d'autres recherches orientées vers les relations poids-densité-flottabilité. Toutefois, ces recherches ont montré que les enfants considèrent que des facteurs tels que les cavités, trous et la forme sont liés à la capacité des corps solides à flotter [23], [24], [25].

Cette recherche vise à répondre à la question de l'efficacité d'une interaction didactique pour l'enseignement maternelle qui pose comme objectif la construction des modèles précoces simples mais compatibles aux modèles scientifiques pour les phénomènes de flottaison et de l'immersion [26] [27], [28], [29], [30].

III. MÉTHODOLOGIE

A. La procédure et les sujets de la recherche

À cette recherche ont participé 128 élèves de 5-6 ans d'écoles urbaines. La population provient de 9 classes d'écoles maternelles. Ces sujets, n'avaient pas reçu auparavant d'intervention didactique organisée dans les classes sur les phénomènes flottaison-immersion. L'élaboration des conceptions des élèves quant aux phénomènes en question a été réalisée à travers trois situations d'interactions didactiques. On a proposé aux enfants trois expérimentations-activités simples et on a discuté avec eux en leur demandant des explications et des argumentations [31].

B. Les activités proposées pendant l'interaction didactique

Le travail didactique avec les enfants a été réalisé au moyen de situations interactives individuelles. C'est-à-dire on propose à chaque enfant trois activités successifs et on discute avec eux jusqu'à la rupture de la communication productive. Chaque situation a duré environ 7-8 minutes.

Première situation d'interactions. Dans une bassine remplie d'eau on essaie d'enfoncer un seau vide. Mais on a de la peine à faire descendre le seau. Pourquoi ? Ensuite, selon les réponses des enfants on essaie avec des objets qui ont des poids, des volumes et des formes différents.

Deuxième situation d'interactions. Au fond du récipient on tient dans notre main un ballon. Dès qu'on ouvre la main, que fait le ballon ? Pourquoi ? Après les prévisions des enfants on fait l'expérimentation et on discute avec eux.

Troisième situation d'interactions. Une boule de la pâte à modeler coule dans l'eau. Un bateau de la pâte à modeler flotte. Pourquoi ? Pendant le travail avec les enfants on a élaboré un morceau de pâte à modeler : comme boule elle coule, si on l'aplatit, elle coule toujours. Pour la faire flotter, il faut lui faire un creux suffisamment grand (et sans trou, sinon une autre matière, l'eau va venir perturber nos conclusions).

IV. ANALYSE DES RÉSULTATS

L'objectif des séquences pour les enfants est de commencer à modéliser le phénomène flottaison-immersion comme produit d'une relation du liquide avec le corps. Parmi les multiples critères de classement possible, l'un nous semble significatif. Dans les discussions avec les enfants donc on a pu constater aux trois situations l'émergence des mêmes types-catégories des représentations :

- Catégorie A. Une partie des enfants rejoignant la flottaison ou l'immersion avec le matériau à partir duquel l'objet est composé et/ou avec la forme de l'objet. Cette catégorie de raisonnement se réfère aux facteurs matériau et/ou forme du corps et est liée à la propriété du corps à « résister » ou pas au liquide. Il s'agit d'une première approche qui conduit à différencier l'objet de la matière qui le constitue et de la forme et comprendre que certaines substances et/ou formes d'objets coulent et que d'autres flottent.
- Catégorie B. Les enfants, reconnaissent le poids et/ou le volume des corps comme éléments décisifs pour la flottaison ou l'immersion.
- Catégorie C. Leurs représentations du phénomène sont évidemment confuses et contradictoires dominées par centrations prélogiques.

L'analyse des réponses a été effectué au début et à la fin des discussions avec les enfants aux trois situations expérimentales.

Première situation d'interactions :

Au début de la discussion on constate que un petit nombre d'enfants peuvent proposer quelques réponses de la catégorie A. Quand on insiste sur la forme de seau vide il y

a un progrès pour 8 enfants et l'argumentation tourne autour la forme creuse. Par exemple « *Je crois.... que (le seau) c'est comme une verre vide.... ça ressemble...* » (Sujet 32), « *ça flotte.... comme un bateau* » (S. 65).

La majorité des enfants se centrent au poids ou au volume du seau (réponses de la catégorie B) en expliquant que c'est un objet léger pour être en mesure d'immerger. P. ex. « *...il est léger ne peut pas immerger* » (S. 81). « *Les choses légères restent en haut de la baignoire (elle montre à la surface) et.... les choses lourdes au fond* » (S. 102). Après les discussions et l'utilisation des contres exemples (par exemple des objets lourdes qui flottent) et les efforts de réorientation des centrations de enfants il n'y avait pas une évolution des raisonnements considérable.

À la troisième catégorie des réponses on constate que le 23% des enfants restent bloqué dans ses centrations impertinentes propres à l'entrée et la clôture des discussions. Par exemple, « *C'est comme les poissons.... dans la mer.... (Expérimentateur :c'est-à-dire ?)...les poissons.....* » (S. 88).

TABLEAU I. REPONSES À LA PREMIERE SITUATION

Catégorie de réponse	Début des interactions	Fin des interactions
A. Le matériau et/ou la forme de l'objet	6	14
B. Poids et/ou volume	92	85
C. Centrations prélogiques	30	29

Deuxième situation d'interactions

À la première catégorie des réponses, quelques enfants se réfèrent au matériel du ballon. Souvent ces explications touchent aussi la forme et/ou le contenu de l'objet. P. ex. « *Le ballon flotte parce que c'est du plastique.... mais il est vide....* » (S. 31). Malgré les efforts d'orienter les centrations des enfants vers une combinaison « matériau et forme » des objets à la fin des interactions un petit nombre d'enfants a arrivé vers une construction claire de cet élément.

À la deuxième catégorie des réponses l'importance et l'influence des estimations empiriques sur les poids de ballon est aussi présente dans cette situation d'interactions. P. ex. « *Le ballon remonte.... car il est rempli d'air et..... il est léger* » (S. 95).

Les centrations sur notre activité conduisent à un noyau des réponses du caractère prélogique qui reste stable à l'entrée et le clôture des dialogues. P. ex. « *C'est pas notre*

force..... on l'abandonne.... » (S. 111), « C'est difficile pour pouvoir la faire tenir sur l'eau » (S. 66).

TABLEAU II. REPONSES À LA DEUXIEME SITUATION

Catégorie de réponse	Début des interactions	Fin des interactions
A. Le matériau et/ou la forme de l'objet	17	28
B. Poids et/ou volume	76	72
C. Centractions prélogiques	35	28

Troisième situation d'interactions.

Dans ce cadre les enfants observent que l'eau a une influence sur l'objet plongé et le pousse vers le haut. La discussion avec les enfants conduit un petit nombre d'enfants à une forme de raisonnement du type : « toutes les matières ne flottent pas mais, quelle que soit la matière, on peut fabriquer un objet qui flotte. C'est une question de forme ». P. ex. « Le bateau flotte parce que sa forme est prévue pour qu'il flotte » (S. 27). Mais la différence entre le début et la fin des interactions est très faible. Seulement 5 enfants ont un progrès net dans cette première catégorie des réponses.

Le rôle d'un pseudo-concept mixte poids-volume a toujours une influence majoritaire à la pensée des enfants. P. ex. « C'est le poids qu'il faut pour flotter.... Le bateau et moins lourd » (S. 78), « La boule s'enfonce parce qu'elle est assez légère.... » (S. 54), « Le bateau est... assez volumique.... » (S. 7).

À la troisième catégorie des réponses on trouve des centractions des enfants d'ordre prélogique comme l'idée que l'un objet reste sur l'eau parce qu'il « ne peut pas descend » et l'autre « descend parce que la place ne manque pas ». P. ex. « La boule est comme la pierre » (S. 62), « C'est l'air qui pousse la boule » (S. 88).

TABLEAU III. REPONSES À LA TROISIEME SITUATION

Catégorie de réponse	Début des interactions	Fin des interactions
A. Le matériau et/ou la forme de l'objet	7	12
B. Poids et/ou volume	88	91
C. Centractions prélogiques	33	25

V. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Cette enquête déterminée par l'idée de la construction des modèles précoces sur le phénomène flottaison-immersion implique diverses conséquences. Tout d'abord l'enfant a la possibilité d'acquérir une connaissance plus

complexe du réel fondée sur la nécessité d'adopter des critères de classification et d'organisations des faits observés ou des activités pratiquées qui conduisent à l'acquisition graduel des éléments matériau et/ou forme de l'objet [32], [33]. Mais comme on a constaté, malgré la succession des situations expérimentales, la variété des exemples utilisés et le va et vient continu entre la réalité et l'abstrait, un petit nombre d'enfants arrivent à une construction logique qui a quelques caractéristiques compatibles à ceux des modèles scientifiques [34], [35], [36]. Pour les jeunes enfants c'est ce qui est gros (lourd) qui coule et ce qui est léger (petit) qui flotte. Les allers-retours entre l'expérience, les prévisions et les comparaisons ne permettent pas de mettre en doute cette représentation et de prendre conscience que tel objet coule parce qu'il est en fer et tel objet flotte parce qu'il est en polystyrène. Cette difficulté est encore plus évidente quand il s'agit de la forme des objets utilisés.

À partir de l'analyse des résultats c'est évident que prendre conscience à l'âge des 5-6 ans que le phénomène de flottaison ne dépend pas que du matériau mais aussi de la forme de l'objet et de son matériel, rencontre des difficultés majeures. À l'école maternelle ce qui est visé à travers des activités didactiques, c'est la construction des relations entre les matériaux et la forme d'objet. Celui-ci s'affine au fil du déroulement des séquences. Il existe des matières différentes comme : le bois, le verre, le liège et toutes ne se comportent pas de la même façon quand elles sont plongées dans l'eau : « certaines matières flottent, d'autres coulent ». En réalité au niveau de la structuration de la pensée des petits enfants c'est intéressant d'arriver à reconnaître qu'il y a de la matière qui flotte (le bois, la cire de bougie, le liège,...) et de la matière qui coule (verre, les métaux, la pâte à modeler...). Ensuite un élément crucial d'un modèle précoce à construire c'est l'idée selon laquelle un objet en matière qui flotte, flotte toujours, un objet en matière qui coule, s'il est plein, coule, s'il est creux, flotte ou coule, cela dépend de l'importance du creux.

Enfin, éventuellement le déploiement des activités scientifiques dans la classe maternelle est amené à s'orienter vers une démarche didactique de type multidisciplinaire qui lui permet d'organiser autour d'un thème la demande cognitive de la classe, d'orienter l'attention et de ne pas disperser les motivations et l'attente des enfants [37], [38], [39].

RÉFÉRENCES

- [1] Piaget, J. (1973). *The child's conception of the world*. St. Albans Herts: Paladin.
- [2] Kamii, C., & De Vries, R. (1978). Physical Knowledge in preschool education: implications of Piaget's theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [3] Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science research into children's ideas*. London & New York: Routledge.
- [4] Rodriguez, J. (2015). The natural world in Preschool Education. *International Education & Research Journal*, 1(4), 10-12.
- [5] Ravanis, K. (2000). La construction de la connaissance physique à l'âge préscolaire : recherches sur les interventions et les interactions didactiques. *Aster*, 31, 71-94.
- [6] 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.
- [7] Johsua, S., & Dupin, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: PUF.
- [8] Goffard M., & Weil-Barais, A. (2005). *Enseigner et apprendre les sciences. Recherches et pratiques*. Paris: Armand Colin.
- [9] Ravanis, K. (2005). Les Sciences Physiques à l'école maternelle: éléments théoriques d'un cadre sociocognitif pour la construction des connaissances et/ou le développement des activités didactiques. *International Review of Education*, 51(2/3), 201-218.
- [10] Halbwachs, F. (1974). *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Genève: Delachaux et Niestlé.
- [11] Martinand, J.-L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris: INRP.
- [12] Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en Physique*. Paris: Hachette.
- [13] Martinand, J.-L. (1994). Quels enseignements peut-on tirer des travaux dans la perspective du développement de curriculum ? In J.-L. Martinand et al. (Éds), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 115-125). Paris: INRP
- [14] Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). Learning science through models and modelling. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds), *International Handbook of Science Education* (pp. 53-66). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [15] Ravanis, K. (1999). Représentations des élèves de l'école maternelle: le concept de lumière. *International Journal of Early Childhood*, 31(1), 48-53.
- [16] Boulter, C. J. (2000). Language, models and modeling in the primary science classroom. In J. K. Gilbert and C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in Science Education* (pp. 289-305). Dordrecht: Kluwer Academic.
- [17] Clement, J. J., & Rea-Ramirez, M. A. (2008). *Model based learning and instruction in Science*. Dordrecht: Springer.
- [18] Weil-Barais, A. (1985). L'étude des connaissances des élèves comme préalable à l'action didactique. *Bulletin de Psychologie*, 368, 157-160.
- [19] 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.
- [20] Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
- [21] Piaget, J. (1930). *The child's conception of physical causality*. London: Transaction Publishers.
- [22] Kohn, A. S. (1993). Preschoolers' reasoning about Density: will it float? *Child Development*, 64, 1637-1650.
- [23] Piaget, J., & Inhelder, B. (1958). *The growth of logical thinking*. New York: Basic Books.
- [24] Smith, C., S., Carey, S., & Wiser, M. (1985). On differentiation: a case study on the development of size, weight and density. *Cognition*, 21(3), 177-237.
- [25] Butts, D. P., Hofman, H., & Anderson, M. (1993). Is hands-on experience enough? A study of young children's view of sinking and floating objects. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 50-64.
- [26] Selley, N. (1993). Why do things float? A study of the place for alternative models in school science. *School Science Review*, 74(269), 55-61.
- [27] Weil-Barais, A., & Lemeignan G. (1994). Approche développementale de l'enseignement et de l'apprentissage de la modélisation : quelles implications pour la recherche et pour les pratiques d'enseignement ? In J.-L. Martinand (coord.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et apprentissage de la modélisation* (pp. 85-113). Équipe LIREST-INRP. Paris : INRP.
- [28] Dumas Carré, A. Weil-Barais, A. Ravanis, K. & Shourchah, F. (2003). Interactions maître-élèves en cours d'activités scientifiques à l'école maternelle : approche comparative. *Bulletin de Psychologie*, 56(4), 493-508.
- [29] 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.
- [30] Hsin, C. T., & Wu, H. K. (2011). Using scaffolding strategies to promote young children's scientific understandings of floating and sinking. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 656-666.
- [31] Micaud, E. (1970). *La pédagogie des sciences*. Paris: PUF.
- [32] Wallon, H. (1945). *Les origines de la pensée chez l'enfant*. Paris: PUF.
- [33] Weil-Barais, A. (2004). Concepts et modèles fondamentaux. In A. Weil-Barais (Éd.), *Les apprentissages scolaires* (pp. 14-45). Paris: Breal.
- [34] Ravanis, K., Papamichaël, Y., & Koulaidis, V. (2002). Social marking and conceptual change: the conception of light for ten-year old children. *Journal of Science Education*, 3(1), 15-18.
- [35] Nertivich, D. (2014). Sciences activities in preschool age: the case of elementary magnetic properties. *Journal of Advances in Humanities*, 1(1), 1-6.
- [36] 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.
- [37] Lurçat, L. (1976). *La maternelle une école différente*. Paris: Éditions du CERF.
- [38] Hildebrand, V. (1981). *Introduction to Early Childhood Education*. New York : Macmillan Publishing Co.
- [39] Hibon, M. (1996). *La Physique est un jeu d'enfant*. Paris: A. Colin.