



REPRÉSENTATIONS MENTALES ET OBSTACLES DANS LA PENSÉE DES ENFANTS DE 6 ET 11 ANS SUR LA FUSION DE LA GLACEⁱ

Phan Sung Tinⁱⁱ

American Pacific University,
Vietnam

Résumé :

Les enfants construisent des représentations des concepts et des phénomènes physiques et ces représentations sont essentielles à l'éducation. Pour le physicien, le changement d'état est une transformation de la matière due à un transfert d'énergie sous forme de chaleur. Dans plusieurs études portant sur les représentations des enfants, est constaté que ces représentations sont souvent incompatibles avec le modèle scientifique. Dans cette recherche, où nous avons étudié les représentations de la fusion de la glace, 96 enfants âgés de 6 et 11 ont été interviewés. Les résultats ont mis en évidence les difficultés des enfants et les différences entre les enfants des deux âges.

Mots-clés : représentations mentales, enseignement préscolaire et primaire, fusion

Abstract:

Children construct representations of physical concepts and phenomena, and these representations are essential to education. For the physicist, the change of state is a transformation of matter due to a transfer of energy in the form of heat. In several studies on the representations of children, it is found that these representations are often incompatible with the scientific model. In this research, where we studied the representations of ice fusion, 96 children aged 6 and 11 were interviewed. The results highlighted the children's difficulties and the differences between the children of both ages.

Keywords: experimental approach, science teaching, shadow formation

1. Introduction

L'étude des représentations mentales des enfants sur les concepts scientifiques et les phénomènes du monde naturel est au cœur du domaine de recherche de la didactique

ⁱ MENTAL REPRESENTATIONS AND OBSTACLES IN THE THINKING OF 6- AND 11-YEAR OLDS ABOUT ICE MELTING

ⁱⁱ Correspondence email: phansungtin@gmail.com

des sciences (Grigorovitch, 2015; Hoang, 2020; Kokologiannaki & Ravanis, 2013). Ces représentations sont très souvent éloignées ou en contraste avec les modèles que nous utilisons pour l'enseignement des sciences. Par conséquent, une attention particulière est accordée à la fois à leur identification et à leur traitement qui, par le biais d'interventions didactiques organisées de manière appropriée, conduit à de nouvelles représentations compatibles avec celles des modèles que nous utilisons dans l'enseignement des sciences (Kada & Ravanis, 2016; Nertivich, 2016; Thomson, 2006). Ces recherches sont toujours d'un grand intérêt car elles permettent d'améliorer de nombreux aspects de l'enseignement des sciences, tant au niveau de la classe que de la création de matériel pédagogique pour l'enseignement scolaire.

2. Cadre théorique

La recherche associée aux questions de compréhension des concepts et des phénomènes relatifs à la chaleur et à la température a donné des résultats intéressants concernant les représentations mentales des enfants, de l'âge préscolaire à la fin de leur scolarité. Les problèmes importants détectés dans la période allant jusqu'à l'adolescence sont la confusion des concepts de chaleur et de température, la reconnaissance de la température comme une propriété interne d'un corps, l'existence de corps chauds et froids par nature, la conception du "froid" et du "chaud" comme des entités distinctes et l'ambiguïté concernant la relation thermique entre un objet et son environnement (Alwan, 2011; Baser, 2006; Fenditasari et al., 2020; Kaliampos & Ravanis, 2019; Mascur et al., 2019; Priyadi et al., 2019; Tin, 2018).

Comme l'indique la littérature relative, tant la difficulté essentielle qu'ont les enfants de 5 à 13 ans à accepter le lien entre l'état des matériaux et leur température que le cadre général de l'équilibre thermique, conduisent à une approche totalement phénoménologique des changements d'états de la matière (Laval, 1985 ; Zimmermann-Asta, 1990; Ratnasari et al., 2017; Ravanis, 2014, 2017a; Rodriguez & Castro, 2014; Sukarelawan, Jumadi, & Rahman, 2019; Tin 2019). Ceci est dû au fait que les enfants sont confrontés à des situations et des problèmes spécifiques. Cette approche conduit la pensée des enfants aux idées fausses de base suivantes : « tant qu'une masse d'eau est chauffée, sa température augmente, la température d'une substance ne peut pas dépasser son point d'ébullition, la température de la glace est immuable, la vaporisation, la liquéfaction, la solidification et la fusion sont tous des termes exclusivement liés à l'eau, le point de congélation des matériaux est de 0°C et leur température de vaporisation est de 100°C pendant les changements d'état de la matière, la température est fixe » (Ravanis, 2013).

La plupart des recherches menées au niveau international portent sur l'ébullition et l'évaporation de l'eau, la fusion de la glace ou les changements visibles de l'état de la matière de substances connues dans conditions habituelles de la vie. Le contenu empirique de ces situations familières influence le raisonnement des enfants, car les données perceptives de la vie quotidienne jouent un rôle décisif dans la formation de

leurs représentations sur les changements d'état de la matière. De plus, cet effet semble être différent chez les enfants de différents âges, et il est donc intéressant d'étudier l'approche évolutionniste de ce même phénomène.

Nous avons donc tenté d'étudier les représentations d'enfants âgés de 6 et 11 ans sur le problème d'un changement d'état de la matière de l'eau, c'est-à-dire la fusion de la glace. Cependant, les tâches que nous avons proposées aux enfants étaient très éloignées d'une situation de fusion de glace dans un environnement quotidien, qui leur est intuitivement familier.

Sur la base des données de recherche, nous avons ensuite tenté de mettre au point les éléments constitutifs d'une intervention pédagogique visant à résoudre les difficultés et les obstacles à la réflexion des enfants.

Dans ce contexte, les questions de recherche posées dans cette recherche correspondent à :

- 1) Quelles sont les représentations des enfants de 6 ans sur le phénomène de la fusion de la glace ?
- 2) Quelles sont les représentations des enfants de 11 ans sur le phénomène de la fusion de la glace ?
- 3) Existent-elles et quelles sont les différences éventuelles dans les représentations du phénomène de la fusion de la glace entre les enfants de 6 et 11 ans ?

3. Cadre méthodologique

3.1. L'échantillon de la recherche

L'échantillon de l'étude était composé de 96 sujets (48 enfants âgés de 6 ans, le groupe a et 48 enfants âgés de 11 ans, le groupe b, l'âge moyen étant respectivement de 6 ans et 1 mois et de 10 ans et 11 mois) et provenait de 4 classes de maternelle et de 3 classes d'école primaire. Les cinq classes ont été sélectionnées dans une zone urbaine avec une population de statut socio-économique mixte. Les enfants de l'échantillon n'avaient pas travaillé auparavant dans leur école sur le changement d'état des corps solides, mais avaient discuté l'année précédente de la fusion et de la congélation de la glace, mais sans procédures expérimentales en classe ou au laboratoire.

3.2. La procédure

La recherche qualitative sur les représentations des enfants s'est faite par des entretiens individuels guidés. Chaque entretien a duré environ 10 à 15 minutes. Les enfants devaient répondre à trois tâches virtuelles, c'est-à-dire des tâches qui n'ont pas été réalisées et qui ont été suggérées par Ravanis (2013). Les questions posées aux enfants étaient liées à l'identification des effets du chauffage et du refroidissement d'une quantité de glace. Les entretiens ont été menés dans une salle à l'intérieur des écoles.

Les entretiens ont été enregistrés et transcrits, et le contenu des textes qui en ont résulté a été analysé. À partir de l'analyse des réponses des enfants et des dialogues avec

les chercheurs, les catégories de représentations ont émergé en fonction de leur relation avec le modèle scientifique que nous utilisons dans l'éducation.

4. Résultats

Nous proposerons ensuite les tâches sur la base desquelles nous avons demandé des réponses aux enfants, une catégorisation des représentations mentales que nous avons formulées, et certaines réponses des élèves caractéristiques de chaque représentation différente.

4.1. Première tâche : chauffer une petite quantité de glaçons sur un camping-gaz

On pose la question à chaque enfant : « Je vais allumer un camping-gaz très puissant et mettre un récipient de glaçons sur le feu. Que va-t-il se passer ? ». Avec cette question, nous essayons de voir si les enfants associent l'apport de chaleur intensif et évident à la fusion de la glace. Pour cette question, nous avons classé les réponses des enfants en trois catégories :

(a) Réponses suffisantes dans lesquelles la fusion des glaces est clairement prévue. Par exemple : Sujet 12, groupe a (S. 12a) : « Les glaçons seront chauffés par le feu et ils fondront ». S. 66b : « Avec une flamme forte comme la flamme du gaz, les glaçons fondent rapidement ».

(b) Réponses intermédiaires. Dans les réponses que nous plaçons dans cette catégorie, la fusion de la glace n'est pas clairement attribuée au chauffage. Par exemple, S. 34a : « Les glaçons vont fondre.... toujours fondre..... ». Chercheur (C) : « Le feu aide-t-il ou non ? », S. 34a : «après il va fondre..... je ne peux pas dire.... je ne suis pas sûr ». Sb. 82 : « Les glaçons fondront de toute façon parce que nous savons qu'ils fondent toujours..... mais le feu pourrait les aider un peu.... ».

(c) Réponses insuffisantes. Les réponses qui attribuent la fusion à la nature de la glace, indépendamment des conditions thermiques, sont classées ici. Par exemple, S. 22a : « Le feu le brûlera il peut le brûler pour le noircir.... mais il fondra tout seul..... ». S. 69b : « Les glaçons fondent tout seuls... je ne vois pas ce que le feu leur fera ».

Le tableau ci-dessous montre la fréquence des réponses des élèves à la tâche 1.

Tableau 1 : Fréquence des réponses des élèves à la tâche 1

Catégorie de réponse	Groupe a	Groupe b
Suffisantes	3	11
Intermédiaires	20	29
Insuffisantes	25	8

4.2. Deuxième tâche : chauffer une quantité de glaçons sur un camping-gaz pendant de nombreuses heures

Dans cette tâche, nous commençons par poser la question suivante aux enfants : « Si nous laissons le récipient rempli de glaçons sur le camping-gaz allumé pendant plusieurs

heures, c'est-à-dire si nous revenons demain matin, que se passera-t-il ? ». Là aussi, nous avons classé les réponses obtenues en trois catégories :

(a) Réponses suffisantes dans lesquelles les enfants expliquent les changements de situation qui se produiront car, en plus de la fusion de la glace, ils prédisent parfois l'évaporation qui suivra la fusion. Par exemple, S. 40a : « Ils vont fondre après tant d'heures dans la chaleur..... », S. 23b : « Les glaçons vont certainement fondre sur le feu et si l'eau est laissée sur le feu, elle s'évaporerà à un moment donné..... il s'évaporerà probablement sans le feu ».

(b) Réponses intermédiaires dans lesquelles la reconnaissance de la relation entre le réchauffement et le changement de l'état de la glace est faite avec doute et hésitation. Par exemple, S. 11a : « Si nous venons demain..... brûlera les glaçons..... et ils auront peut-être fondu un peu... un peu..... je ne sais pas.... ». S. 76b. « Ils ont pu en faire fondre une partie ou la totalité à cause de la chaleur.....ils vont tous fondre après tant de temps écoulé.... ».

c) Réponses insuffisantes. Certains enfants ne reconnaissent pas qu'un réchauffement constant entraîne la liquéfaction de la glace. S. 10a : « Ils continueront à chauffer les glaçons et le lendemain, ils seront très chauds... et peut-être même noirci ». P. 95b : « Je ne sais pas..... probablement que les glaçons seront très chauds ».

Le tableau ci-dessous montre la fréquence des réponses des élèves à la tâche 2.

Tableau 2 : Fréquence des réponses des élèves à la tâche 2

Catégorie de réponse	Groupe a	Groupe b
Suffisantes	5	14
Intermédiaires	24	31
Insuffisantes	19	3

4.3. Troisième tâche : qu'arrivera-t-il aux glaçons si nous arrêtons l'opération camping-gaz et revenons demain matin ?

Nous demandons aux enfants de prédire « ce qui arrivera aux glaçons si nous arrêtons l'opération camping-gaz et revenons demain matin ». À cette question, nous attendons des réponses différentes en fonction des représentations exprimées dans les tâches précédentes.

(a) Réponses suffisantes dans lesquelles l'évolution du phénomène est prédite de manière satisfaisante sur la base de l'équilibre thermique du système. Par exemple, S. 37a : « Les glaçons n'existeront plus. Il y aura de l'eau dans le récipient », S. 74b : « Les glaçons fondront rapidement et il restera de l'eau pour refroidir toute la nuit.... ».

b) Réponses intermédiaires. Ici, les enfants répondent avec des contradictions et sans stabilité. Par exemple, S. 28a : « Les glaçons vont-ils refroidir ? Ou bien deviendront-ils de l'eau et l'eau deviendra froide ? ». R : « Qu'en pensez-vous ? ». S. 48a. « Je ne sais pas..... ». S. 58b. « Il y aura des glaçons et de l'eau..... plutôt de l'eau que des glaçons..... ».

c) Réponses insuffisantes. Les enfants qui n'associent pas la fusion au chauffage parlent quand même de glaçons. Par exemple, S. 23a : «Nous trouverons les glaçons ... plus froids après y avoir passé la nuit ».

Le tableau ci-dessous montre la fréquence des réponses des élèves à la tâche 3.

Tableau 3 : Fréquence des réponses des élèves à la tâche 3

Catégorie de réponse	Groupe a	Groupe b
Suffisantes	8	22
Intermédiaires	29	23
Insuffisantes	9	1

5. Discussion

Dans la recherche présentée dans cet article, nous avons essayé d'enregistrer et de comparer les représentations d'élèves de 6 et 11 ans sur la fusion de la glace. Premièrement, comme nous l'avons vu, les enfants de deux groupes abordent différemment les changements d'état de la glace. Bien qu'il s'agisse d'un matériau familier et quotidien, leurs différentes expériences semblent créer des différences quantitatives dans les représentations détectées.

Dans les deux premières tâches où le sujet est la fusion de la glace, 1 enfant sur 10 du groupe a peut prédire le passage de l'état solide à l'état liquide, tandis que 1 enfant sur 4 du groupe b est capable de prévoir le changement de manière satisfaisante. Dans la troisième tâche où le sujet est le comportement de l'eau lorsqu'elle atteint la température ambiante habituelle, alors que pour les enfants plus âgés les réponses suffisantes étaient de 1 sur 2, pour les plus jeunes seulement 1 enfant sur 5 pouvait prévoir l'état de l'eau. Il est également intéressant de noter que pour les deux groupes, dans toutes les tâches, un nombre significatif d'enfants tendent, avec une certaine instabilité et incertitude, vers des réponses conformes au modèle scientifique que nous utilisons dans l'enseignement (4-6 et 5-7 enfants sur 10 pour les groupes a et b respectivement).

D'un point de vue didactique et pédagogique, ces données nous amènent à deux remarques. La première concerne le type d'obstacle cognitif auquel la pensée des enfants est confrontée. Il apparaît donc ici que la difficulté première du sujet sur le changement d'état est la question du mécanisme de rétablissement de l'équilibre thermique entre deux systèmes, c'est-à-dire le transfert de chaleur du plus chaud vers le plus froid. Ce processus sous-tend tout changement d'état et constitue essentiellement une condition préalable à l'appropriation et à la généralisation du concept. La deuxième remarque repose sur la nécessité de construire dans la pensée des enfants des règles stables pour les changements d'état de toutes les matières, c'est-à-dire la reconnaissance de la régularité du chemin réversible « solide-liquide-gaz ».

Les résultats de notre recherche sont conformes à ceux d'études connexes (Laval, 1985; Zimmermann-Asta, 1990). En effet, nous avons rencontré presque toutes les difficultés recensées dans ces études, en nous basant simplement sur des entretiens portant sur trois projets fictifs qui ont été proposés aux enfants sans être réalisés. Les principaux obstacles pour les élèves de ces âges sont les suivants : (a) toute substance se trouve dans un état "normal", indépendant de la température, (b) le manque de

reconnaissance du pouvoir général de l'équilibre thermique, et (c) la température est une propriété de la matière et non un produit de sa relation avec l'environnement.

Le dépassement des obstacles nécessite un enseignement particulier et des stratégies didactiques variées (Ravanis, 2017b, 2021) car nous savons que la transformation des représentations mentales des élèves ne se fait pas spontanément. Cependant, dans le contexte de la recherche sur l'enseignement des sciences, nous savons également qu'avec une orientation systématique, nous pouvons transformer le raisonnement des enfants. La question purement didactique est donc de savoir comment les programmes, les manuels, la formation des enseignants et les pratiques didactiques peuvent soutenir la transformation de la pensée des enfants (Draganoudi et al., 2022; Leite, 1999). À cet égard, une séquence de sujets et d'activités pourrait passer par les phases suivantes : (a) Tous les matériaux, s'ils sont laissés pendant une longue période dans un environnement à température constante, atteignent cette température. (b) Le changement d'état de la matière qui dépend de la variation de sa température est un processus constant et réversible, indépendant de la nature de la substance qui reste qualitativement la même.

Notre recherche s'oriente maintenant d'une part vers l'étude de l'évolution des représentations des enfants de 5-13 ans pour le changement d'état de la matière et d'autre part vers la création de procédures pédagogiques pour une première initiation des élèves de l'enseignement maternel et primaire aux phénomènes qualitatifs du changement d'état de la matière.

Conflict of Interest Statement

The author declares no conflicts of interest.

About the Author

Phan Sung Tin received his Master's degree from the American Pacific University in Physics Education and teaches at the same College in Vietnam.

Références

- Alwan, A. (2011). Misconception of heat and temperature among physics student". *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, 600-614.
- Baser, M. (2006). Effect of conceptual change oriented instruction on remediation of students' misconceptions related to heat and temperature concepts. *Journal of Maltese Educational Research*, 4(1), 64-79.
- Draganoudi, A., Lavidas, K., Kaliampos, G., & Ravanis, K. (2022). Les représentations des enseignants du cycle maternel relatives aux leurs pratiques empiristes lors des activités en sciences. *Mediterranean Journal of Education*, 2(1), 118-127.

- Fenditasari, K., Jumadi, Istiyono, E., & Hendra (2020). Identification of misconceptions on heat and temperature among physics education students using four-tier diagnostic test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1470, 012055.
- Grigorovitch, A. (2015). La formation des ombres : représentations mentales des élèves de 7-9 ans. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 2(2), 102-109.
- Hoang, V. (2020). 14-year-old student representations related to the color: a teaching intervention. *European Journal of Alternative Education Studies*, 5(1), 44-53.
- 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.
- Kaliampos, G., & Ravanis, K. (2019). Thermal conduction in metals: mental representations in 5-6 years old children's thinking. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika 'Al-BiRuNi'*, 8(1), 1-9.
- Kokologiannaki, V., & Ravanis, K. (2013). Greek sixth graders mental representations of the mechanism of vision. *New Educational Review*, 33(3), 167-184.
- Laval, A. (1985). Chaleur, température, changements d'état. *Aster*, 1, 115-132.
- Leite, L. (1999). Heat and temperature: An analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 75-88.
- Maskur, R., Latifah, S., Pricilia, A., Walid, A., & Ravanis, K. (2019). The 7E learning cycle approach to understand thermal phenomena. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 464-474.
- 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.
- Nertivich, D. (2018). Concepts thermiques de base chez les élèves de 17 ans. *European Journal of Education Studies*, 4(2), 145-154.
- Priyadi, R., Diantoro M., Parno, & Helmi. (2019). An exploration of students' mental models on heat and temperature: a preliminary study. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 9(2), 114-122.
- Ravanis, K. (2013). 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.
- Ravanis, K. (2014). Les représentations des enfants de 5-6 ans sur la fusion et la solidification du sel, comme support pour le déploiement des activités didactiques. *International Journal of Research in Education Methodology*, 6(3), 943-947.
- Ravanis, K. (2017a). 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.
- Ravanis, K. (2017b). Early Childhood Science Education: state of the art and perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 284-288.
- Ravanis, K. (2021). The Physical Sciences in Early Childhood Education: theoretical frameworks, strategies, and activities. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796, 012092.

- Ratnasari, D., Sukarmin, S., Suparmi, S., & Aminah, N. S. (2017). Students' conception on Heat and Temperature toward Science Process Skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012044.
- 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.
- Sukarelawan, M. I., Jumadi, J., & Rahman, N. A. (2019). An analysis of graduate students' conceptual understanding in heat and temperature (H & T) using Three-Tier Diagnostic Test. *Indonesian Review of Physics*, 2(1), 9-14.
- Thomson, F. (2006). An exploration of common student misconception in science. *International Education Journal*, 7, 553-559.
- Tin, P. S. (2018). Élaboration expérimentale des représentations mentales des élèves de 16 ans sur les concepts thermiques. *European Journal of Education Studies*, 4(7), 141-150.
- Tin, P. S. (2019). Un cadre méthodologique pour la démarche d'investigation : l'exemple du changement d'état de l'eau à l'âge de 8 ans. *European Journal of Education Studies*, 6(4), 1-12.
- 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, FPSE-Université de Genève, Suisse.

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/).