

Modèle précurseur

Un cadre pour étudier l'enseignement-apprentissage des sciences à l'école maternelle

Organisé par : Delserieys Alice

Avec les contributions de : Arnantonaki Danai, Boilevin Jean-Marie, Castera Jérémy, Coupaud, Magali, Ergazaki Magali, Gobert Julie, Jameau Alain, Jégou Corinne, Kambouri-Danos Maria, Ravanis Konstantinos

Discutante : Weil-Barais Annick

Résumé

Ce symposium rassemble trois études qui utilisent le cadre du modèle précurseur dans des recherches concernant l'enseignement-apprentissage de concepts scientifiques auprès de jeunes enfants. Ces études concernent différentes disciplines (physique et biologie) dans deux pays (la France et la Grèce), et principalement des enfants de fin de maternelle (5-6 ans) ainsi que fin d'école élémentaire en France.

Elles s'inscrivent dans la continuité de précédents travaux développés depuis plusieurs années par différentes équipes de chercheurs à propos de savoirs scientifiques liés principalement à la physique (Ravanis 2010) en s'appuyant sur le cadre de modèle précurseur introduit par Weil-Barais et Lemeignan (1994). Dans ce symposium, il est proposé de mettre en discussion ce cadre à partir de trois nouvelles études en cours de développement.

Mots-clés

Modèle précurseur, education pré-scolaire, apprentissage de concepts.

Precursor models

A framework to study teaching and learning science at pre-school

Abstract

This symposium brings together three communications using the framework of precursor model in researches concerning teaching and learning scientific concepts with young children. These studies concern several subjects (physics and biology) in two countries (France and Greece) and mainly children from pre-school (5-6 years old) as well as elementary school. In France.

They follow previous work developed for several years in different teams of researchers concerning mainly physics concepts (Ravanis, 2010) and based on the framework of precursor model developed by Weil-Barais and Lemeignan (1994). In this symposium, it is proposed to discuss this framework from three new studies under development.

Key-words

Precursor model, preschool education, concepts learning

Un modèle précurseur pour une pensée populationnelle des l'école maternelle

Jean-Marie Boilevin

Corinne Jégou

Julie Gobert

Modèle précurseur

*Un cadre pour étudier
l'enseignement-apprentissage des
sciences à l'école maternelle*

Résumé

Cette communication propose une réflexion sur l'utilisation du concept de modèle précurseur dans le champ de la biologie. Nous nous intéressons, plus particulièrement, aux prémices du développement d'une pensée évolutionniste chez des élèves de grande section de maternelle. Des études dans le domaine de la psychologie cognitive et de la didactique des sciences de la vie et de la Terre montrent que les jeunes enfants raisonnent selon une pensée essentialiste qui fait obstacle à la compréhension de la variation intraspécifique. Une double analyse, épistémologique et didactique, conduit à l'élaboration d'un modèle précurseur qui sert de référence à l'intervention didactique envisagée.

Mots-clés

Modèle précurseur - Pensée populationnelle - Maternelle

Precursor model and population thinking at preschool

Abstract

This paper proposes a reflection about the use of precursor model concept in the field of biology. We are interested, more particularly, in the beginnings of the development of an evolutionary thought among pupils of kindergarten. Studies in the field of cognitive psychology and the didactics of life and earth sciences show that young children reason according to an essentialist thought that hinders the understanding of intraspecific variation. A double analysis,

epistemological and didactic, leads to the development of a precursor model that serves as a reference for the didactic intervention envisaged.

Key-words

Precursor model – Population thinking - Preschool

INTRODUCTION

L'enseignement et l'apprentissage de l'évolution du vivant font l'objet d'une abondante littérature internationale. Les entrées et les points de vue sont multiples mais s'intéressent, pour leur grande majorité, à des élèves de l'enseignement secondaire, des étudiants ou des adultes. Plus rares sont les recherches qui explorent la question du point de vue de jeunes élèves.

Cette communication propose de faire état d'une recherche naissante qui s'intéresse aux prémices du développement d'une pensée évolutionniste chez des élèves de l'école maternelle.

Historiquement, c'est la reconnaissance de la prévalence des variations intraspécifiques qui a permis à Darwin de formuler le principe de sélection naturelle. La représentation de la variation phénotypique est une condition préalable à la compréhension de l'adaptation en tant que processus sélectionniste basé sur la population. La variation intra-espèce est ce qui permet le processus de survie différentielle et de reproduction (Emmons et *al.*, 2016). Mais des modes de pensée fréquents chez les jeunes enfants semblent incompatibles avec le développement d'une pensée évolutionniste telles que la pensée essentialiste ou la pensée téléologique (Pobiner, 2016).

Ainsi, dans le cadre de ce symposium, cette communication propose un modèle précurseur de la pensée populationnelle en biologie dans une approche interdisciplinaire en direction de jeunes élèves (5-6 ans) dans le contexte d'une éducation à la pensée évolutionniste. Afin de délimiter le cadre de l'étude, la revue de littérature proposée puise ses références dans les champs de la didactique des SVT, de la psychologie cognitive et de la didactique des mathématiques.

CADRE DE L'ETUDE

La pensée populationnelle : apports épistémologiques

La pensée populationnelle probabiliste est au cœur du paradigme évolutionniste. La distinction entre « pensée populationnelle » et « pensée typologique » a été introduite par Mayr en 1959, et ce mode de pensée, qui naît dans la pensée de Darwin, est important pour la conception de l'évolution. Ces deux modes de pensée qui constituent pour Mayr « deux philosophies fondamentales » amènent à penser les phénomènes biologiques de manière radicalement distincte. La pensée typologique cherche à mettre en évidence des « types » ou « essences » derrière la diversité des individus d'une même espèce. Ce mode de pensée néglige alors la diversité et l'unicité des individus et la temporalité. Il oriente vers la recherche des ressemblances entre individus. A l'opposée, la pensée populationnelle oriente la recherche vers l'analyse et la comparaison des différences individuelles (variations phénotypiques par exemple) et fait porter l'intérêt sur la diversité et l'unicité des êtres vivants et sur leur variabilité temporelle (Develay & Ginsburger-Vogel, 1987 ; Giroux, 2008). L'idée de variation est au cœur de la pensée populationnelle pour étudier l'hétérogénéité des populations.

Ces deux modes de pensée sont donc à l'origine de la construction de significations très différentes dans les analyses statistiques de distribution des variations au sein d'une population. L'idée de distribution statistique est essentielle à une approche populationnelle des problèmes liés à l'évolution et celle-ci se caractérise par le souci de la diversité des individus et l'analyse des variations, l'étude des différences. Des recherches didactiques ont montré comment la pensée typologique pouvait faire obstacle à l'apprentissage de raisonnements darwiniens mobilisant une pensée populationnelle probabiliste (Gobert, 2014) chez des élèves de collège et lycée. Que savons-nous des élèves de maternelle autour de ces questions didactiques ?

Les jeunes enfants et la pensée évolutionniste

Des études montrent que, sur le plan cognitif, la résistance à la pensée évolutionniste chez des élèves âgés et chez des adultes est souvent liée à des biais cognitifs présents dès l'enfance. Lorsque les idées intuitives des jeunes enfants ne sont pas contestées, elles peuvent devenir habituelles et ancrées (Kelemen, 2012). Avec le temps, ces idées peuvent générer des idées de sens commun qui contribuent aux croyances incorrectes des élèves du secondaire et des adultes en ce qui concerne l'adaptation en tant qu'événement transformationnel axé sur un but au cours de la vie d'un individu (Emmons et al., 2016 ; Coley et al., 2017).

Pobiner (2016) évoque trois catégories de « règles empiriques quotidiennes », incompatibles avec les explications évolutives : l'essentialisme, la téléologie et l'intentionnalité. La pensée essentialiste, commune chez les jeunes enfants, empêche notamment la reconnaissance de différences individuelles au sein d'une espèce.

Cependant, il est possible de diminuer ces « malentendus cognitifs » en débutant une éducation à l'évolution dès le plus jeune âge. En étudiant le biais essentialiste chez des enfants d'âge préscolaire, Shtulman et Schulz (2008) soulignent que la non-reconnaissance de variations intraspécifiques est un obstacle à la reconnaissance de l'adaptation par sélection naturelle. Cette non-reconnaissance est liée à une pensée essentialiste qui engage les enfants à considérer les espèces comme invariantes. Ces auteurs montrent ainsi l'importance d'attirer l'attention des élèves sur les variations intraspécifiques afin de remplacer des conceptions populationnelles par des conceptions variationnelles. Emmons et Kelemen (2015) identifient des contextes facilitateurs où les enfants sont plus aptes à se représenter et à penser la variation intraspécifique, pensée indispensable à l'entrée dans une pensée évolutionniste.

Par ailleurs, Legare et *al.* (2013) montrent que le langage utilisé pour enseigner le changement évolutionnaire a une incidence sur la compréhension conceptuelle chez les jeunes enfants et peut entraver la compréhension des changements biologiques et, par conséquent, l'entrée dans une pensée évolutionniste.

Enfin, des études se sont intéressées au développement de la pensée probabiliste chez des élèves d'âge préscolaire (Skoumpourdi et *al.*, 2009, Nikifirou et *al.*, 2013 ; Kinnear & Clark, 2014). Elles montrent que les enfants d'âge préscolaire ont la capacité cognitive et les intuitions leur permettant d'accéder aux notions de base des probabilités.

PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

La présente recherche porte sur les conditions de possibilité pour des élèves de maternelle de travailler à la construction du concept de population dans une perspective probabiliste fréquentiste par un travail sur l'idée de variations des caractères phénotypiques et de distribution de ces variations au sein d'une population d'individus de même espèce. Une de nos hypothèses propose qu'un travail, dès la maternelle, sur le concept de population et de variation facilite l'entrée des élèves dans un mode de pensée populationnelle et met au travail l'obstacle d'une vision typologique essentialiste de l'espèce. Ce travail précoce est un préalable, selon nous, au développement d'explications scientifiques scolaires dans un cadre évolutionniste.

Le recours au concept de modèle précurseur doit permettre la construction, chez des élèves d'âge préscolaire, d'un modèle pré-biologique (Ergazaki et *al.*, 2014) qui introduit l'idée de variations phénotypiques aléatoires au sein d'une population.

L'étude envisagée porte sur une situation d'enseignement-apprentissage en maternelle. Les hypothèses didactiques que nous faisons articulent une dimension épistémologique des savoirs en jeu et une dimension didactique liés aux processus d'enseignement-apprentissage d'un point de vue cognitivo-langagier. Elles s'appuient sur plusieurs nécessités :

-la nécessité de penser une articulation entre niveau individuel et niveau populationnel au sein des situations proposées,

-la nécessité de penser les variations phénotypiques,

-la nécessité d'introduire dans la situation, et par la médiation de l'enseignant, des éléments sémiotiques permettant d'outiller les élèves pour penser, d'un point de vue fréquentiste, les variations phénotypiques dans une population et l'articulation individu-population.

Le modèle précurseur, élaboré par l'équipe de recherche, vise les apprentissages suivants :

- Les individus d'une même population partagent des caractères communs ;
- Les individus d'une même population ne sont pas tous identiques. Ils présentent des différences entre eux ;
- Les variations entre les individus d'une même population sont aléatoires.

LE DISPOSITIF D'ETUDE

Le dispositif vise l'étude de l'efficacité d'une intervention didactique pour le développement d'une pensée variationnelle chez des élèves de grande section de maternelle. En nous référant à une étude sur la formation des ombres (Delsérieys-Pedregosa et al., 2017), il se décline en trois temps distincts : un recueil des représentations spontanées des élèves, une intervention didactique et une étude des connaissances construites. Nous choisissons, ici, de présenter l'intervention didactique au regard du modèle précurseur élaboré (tableau 1). Elle se décline en deux phases : une phase concerne une approche qualitative du concept de variation phénotypique au sein d'une population tandis qu'une autre concerne une approche semi-quantitative.

Tableau 1 : étapes de l'intervention didactique

Phase 1 : Approche qualitative du concept de variation phénotypique au sein d'une population		
Objectifs	Tâches	Artéfacts
Identifier les ressem-	Observer une photogra-	Photographie d'un trou-

blances (caractère communs partagés) entre individus d'une même espèce	<p>phie d'une population de chevaux adultes</p> <p>Discuter en petits groupes pour repérer les caractères partagés</p>	<p>peau de chevaux adultes ayant tous la même couleur</p> <p>Outils langagiers : toujours, jamais</p>
Identifier des variations phénotypiques entre des individus d'une même population	Observer des variations entre les individus de la population de chevaux	<p>Photographie d'un troupeau de chevaux adultes ayant tous la même couleur</p> <p>Outils langagiers : pareil, pas tout-à-fait pareil, identique, différent</p>
Construire l'idée de variation phénotypique au sein de la population de manière qualitative	Observer des variations entre les individus d'une même population d'autres espèces animales	Photographies de populations d'espèces différentes : une espèce de poissons, de grenouilles, d'oiseaux
Introduire l'idée de variations intra-spécifiques d'un point de vue qualitatif	<p>Dessiner une coquille d'escargot de la collection</p> <p>Reconnaître la coquille d'escargots dessinée au sein de la collection</p> <p>Observer attentivement les différences individuelles au sein d'une population d'escargots</p>	<p>Collection de coquilles d'escargots d'une même espèce</p> <p>Outils langagiers : parfois</p>
Phase 2 : Approche semi-quantitative du concept de variation phénotypique au sein d'une population		
Objectifs	Tâches	Artéfacts
Repérer et quantifier une variation continue phénotypique au sein d'une population	<p>Mesurer, à l'aide de badelettes de papier prédécoupées, la longueur des becs des individus d'une population d'oiseaux</p> <p>Dénombrer le nombre d'individus ayant des longueurs de becs identiques</p> <p>Construire, avec l'aide de</p>	<p>Dessins d'oiseaux d'une même population où la longueur du bec varie</p> <p>Languettes de papier de longueurs différentes</p> <p>Outils langagiers : tous pareils mais légèrement différents</p>

	l'enseignant, un cube-graphe	
Repérer les distributions des fréquences des variations phénotypiques rencontrées	Discuter, en petits groupes, la distribution des longueurs de becs au sein de cette population Utiliser des éléments langagiers de comparaison	Cubes-graphe réalisé Outils langagiers : souvent, rarement

CONCLUSION

La réflexion sur le développement d'une pensée populationnelle chez des élèves de l'école maternelle dans le cadre du concept de modèle précurseur a conduit à l'élaboration d'une intervention didactique.

Dans la littérature, le concept de modèle précurseur est principalement utilisé dans la compréhension du monde de la physique. Nous pensons que sa mobilisation en didactique de la biologie est pertinente, particulièrement pour le développement d'une pensée évolutionniste. En effet, le modèle évolutionniste est très éloigné des modes de pensée des enfants et nécessite un détour par des références à la psychologie cognitive.

Cependant, reste à clarifier le rôle que l'on peut assigner au modèle précurseur dans le cadre de recherches en didactique : modèle pour le chercheur et/ou pour l'enseignant ?

BIBLIOGRAPHIE

- Coley, J. D., Arenson, M., Xu, Y., & Tanner, K. D. (2017). Intuitive biological thought: Developmental changes and effects of biology education in late adolescence. *Cognitive psychology*, 92, 1-21.
- Delserieys, A., Jégou, C., Boilevin, J. M., & Ravanis, K. (2017). Precursor model and preschool science learning about shadows formation. *Research in Science & Technological Education*, 1-18.
- Develay, M., & Ginsburger-Vogel Y. (1987). Population. *Aster*, 3, 19-71
- Emmons, N. A., & Kelemen, D. A. (2015). Young children's acceptance of within-species variation: Implications for essentialism and teaching evolution. *Journal of experimental child psychology*, 139, 148-160

- Emmons, N., Smith, H., & Kelemen, D. (2016). Changing minds with the story of adaptation: strategies for teaching young children about natural selection. *Early Education and Development*, 27(8), 1205-1221
- Ergazaki, M., Alexaki, A., Papadopoulou, C., & Kalpakiori, M. (2014). Young Children's Reasoning About Physical & Behavioural Family Resemblance: Is There a Place for a Precursor Model of Inheritance?. *Science & Education*, 23(2), 303-323.
- Giroux E. (2008). L'épidémiologie entre population et individu : quelques clarifications à partir de la « pensée populationnelle », *bull.Hist. Epistm. Sci. Vie*, 15. (1), 35-50.
- Gobert, J. (2014). *Processus d'enseignement-apprentissage de raisonnements néodarwiniens en classes de Sciences de la Vie et de la Terre*. Thèse de doctorat, Université Caen-Basse-Normandie, 416p.
- Kelemen, D. (2012). Teleological minds: How natural intuitions about agency and purpose influence learning about evolution. In K. S. Rosengren, S. K. Brem, E. M. Evans, & G. M. Sinatra (Eds.), *Evolution challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution* (pp. 66–92). New York, NY: Oxford University Press.
- Kinnear, V., & Clark, J. (2014). Probabilistic Reasoning and Prediction with Young Children. Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Legare, C. H., Lane, J. D., & Evans, E. M. (2013). Anthropomorphizing science: How does it affect the development of evolutionary concepts? *Merrill-Palmer Quarterly*, 59(2), 168-197
- Nikiforidou, Z., Pange, J., & Chadjipadelis, T. (2013). Intuitive and Informal Knowledge in Preschoolers' Development of Probabilistic Thinking. *International Journal of Early Childhood*, 45(3), 347-357
- Pobiner, B. (2016). Accepting, understanding, teaching, and learning (human) evolution: Obstacles and opportunities. *American journal of physical anthropology*, 159(S61), 232-274.
- Shtulman, A., & Schulz, L. (2008). The relation between essentialist beliefs and evolutionary reasoning. *Cognitive Science*, 32(6), 1049-1062.
- Skoumpourdi, C., Kafoussi, S., & Tatsis, K. (2009). Designing probabilistic tasks for kindergartners. *Journal of early childhood research*, 7(2), 153-172

Un modèle précurseur pour enseigner les changements d'état de l'eau

Cas d'élèves de 5 à 6 ans

Jean-Marie Boilevin,
Konstantinos Ravanis,
Alain Jameau
Maria Kambouri-Danos

Modèle précurseur

*Un cadre pour étudier
l'enseignement-apprentissage des
sciences à l'école maternelle*

Résumé

Cette communication présente les résultats d'une recherche empirique sur la construction d'un modèle précurseur du phénomène du changement d'état de l'eau dans la pensée des enfants d'âge préscolaire, qui est compatible avec le modèle utilisé dans l'enseignement des sciences. La recherche comprenait 91 enfants de 5-6 ans. Elle a été réalisée à 8 étapes, au cours desquels ont été étudiées des prédictions et des explications pour les successifs changements d'état. Les discussions avec les enfants ont démontré qu'un nombre considérable d'enfants d'âge préscolaire sont capables de tirer profit de leur implication dans les processus d'enseignement spécifiques et construire un modèle précurseur stable du phénomène.

Mots-clés

Modèle précurseur, âge préscolaire, changement d'état

*A precursor model for teaching
states of water*

A case study for 5-6 age children

Abstract

This paper presents the results of empirical research on the construction of a precursor model of the phenomenon of change of the state of water in preschool children's thinking, which is compatible with the model used in science education. The research included 91 children aged 5-6. It was conducted at 8 stages, during which predictions and explanations for simple cases of change of the state of water. The discussions with the children demonstrated that a considerable number of preschoolers are able to take advantage of their involvement in the specific teaching processes and construct a stable precursor model of the phenomenon.

Key-words

Precursor model, pre-school age, change of the state of water

CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE

L'enseignement des sciences dès le plus jeune âge présente des enjeux spécifiques. Ledrapier (2010) rappelle que l'enseignement précoce des sciences amène à raisonner et à conceptualiser et que les enfants entre 3 et 6 ans ont les facultés pour entrer dans de tels apprentissages. Par ailleurs, de nombreux travaux en psychologie et en didactique montrent que les enfants acquièrent des connaissances sur les phénomènes et différentes notions à travers leurs expériences de la vie quotidienne. Ces idées sont personnelles et stables et elles peuvent souvent influencer l'apprentissage des sciences (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985). Cependant, ces études par rapport à la pensée des enfants montrent que celle-ci est souvent incompatible avec la pensée scientifique.

À notre connaissance, le thème de la thermodynamique est peu étudié auprès d'enfants de 5-6 ans. Certaines recherches portent sur chaleur et température (Paik et al., 2007) ou sur le cycle de l'eau (Forbes et al., 2015). Concernant les changements d'état de l'eau, Bar et Travis (1991) étudient les réponses d'élèves de 6 à 14 ans à des questions orales et écrites à propos du changement d'état liquide – gaz et gaz – liquide pour analyser l'origine des erreurs et faire des propositions aux enseignants. Bar et Galili (1994) et Levins (1994) abordent le changement conceptuel à propos de l'évaporation pour des élèves de 5 à 14 ans du côté des premiers et pour des élèves de 3 à 11 ans pour les seconds. Tytler (2000) s'intéresse pour sa part à l'évolution des représentations sur les phénomènes d'évaporation et de condensation chez des élèves de 6-7 ans à 11-12 ans. De son côté, Ravanis (2014) étudie les représentations d'enfants de 5-6 ans sur la fusion et la solidification du sel, comme support pour le déploiement d'activités didactiques.

Notre étude est située dans le cadre de l'approche sociocognitive laquelle souligne le rôle de l'interaction sociale en ce qui concerne les nouvelles opérations cognitives et les nouveaux apprentissages. Nous avons retenu l'hypothèse selon laquelle le concept de modèle précurseur (Weil-Barais & Lemeignan, 1994) structure le travail sur le progrès cognitif des jeunes enfants en proposant des entités intermédiaires qui se situent entre les premières représentations naïves, implicites et locales du monde physique et les modèles de la science. Ce sont des conceptions et des formes mentales explicatives plus conformes au discours scientifique. Dans notre cas, le modèle scientifique sous-jacent est celui des états de la matière. L'articulation de ces concepts de base offre un cadre sociocognitif pertinent pour l'étude de la construction du monde physique dans la pensée des enfants d'âge préscolaire (Ravanis, 2010).

Weil-Barais et Lemeignan proposent l'idée des modèles précurseurs pour construire des interventions didactiques. « *Il s'agit de modèles préparant l'élaboration d'autres modèles. En conséquence, les modèles précurseurs comportent un certain nombre*

d'éléments caractéristiques des modèles savants vers lesquels ils tendent » (Lemaignan & Weil-Barais, 1993, p. 26).

Cette communication présente les résultats d'une recherche empirique sur la construction d'un modèle précurseur à propos des changements d'état de l'eau pour des élèves de 5 à 6 ans. Ce modèle se base sur l'identification d'une relation causale entre l'environnement thermique et les changements d'état de la matière.

METHODOLOGIE

L'échantillon comprend 91 enfants de 5-6 ans provenant de neuf classes d'écoles maternelles publiques en Grèce. Les enfants sont choisis au hasard parmi ceux qui sont prêts à coopérer et qui n'ont pas déjà assisté à une activité d'enseignement organisée sur les transformations de la matière.

La procédure de la recherche consiste en une intervention en huit étapes, au cours de laquelle les enfants sont invités à prévoir ou expliquer un phénomène. À la première étape, on présente aux enfants des cubes de glace juste sortis d'un congélateur. Ils sont alors invités à prédire ce qui se passerait pour les glaçons s'ils étaient chauffés. À l'étape suivante, les cubes de glace sont chauffés au camping gaz jusqu'à ce qu'ils aient fondu. Lorsque la fusion est achevée, les enfants sont invités à décrire le phénomène (ce qui est arrivé) et à comparer le résultat avec ce qu'ils avaient prédit quelques minutes avant (pendant la première étape). Après, ils sont encouragés à prédire ce qu'il se passerait si la moitié de l'eau des glaçons fondus était chauffée. Dans la quatrième étape, l'autre moitié de l'eau est chauffée au camping gaz, les enfants observent le phénomène de vaporisation et ils comparent les résultats à ce qu'ils ont prédit. Dans l'étape cinq, les enfants sont invités à prévoir ce qu'il se passerait si le reste de l'eau était chauffé et qu'une plaque froide était maintenue au-dessus. À la sixième étape, ils observent le phénomène de condensation au cours de laquelle l'eau est recueillie dans un récipient. À la fin du phénomène, les enfants sont invités à comparer les résultats de leurs observations à ce qu'ils avaient initialement prédit et ils sont également encouragés à expliquer leurs réponses. À la septième étape, on leur demande d'exprimer leurs prévisions de ce qui se passerait si l'eau de la condensation avait été placée dans le congélateur. Enfin, les enfants mettent l'eau dans le congélateur et ils reviennent pour vérifier toutes les modifications jusqu'à ce que l'eau redevienne glace. L'intervention didactique se termine quand les enfants comparent et expliquent les résultats de la dernière étape par rapport à leur prévision initiale.

L'analyse des données audio recueillie est qualitative.

ÉLÉMENTS DE RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse des données est réalisée à l'aide des critères suivants :

- Les réponses suffisantes sont celles qui prédisent et expliquent les changements, en les associant à des fluctuations thermiques sur une échelle qualitative, c'est-à-dire, dans la façon dont ces changements peuvent être appréciés par les enfants de cet âge ;
- On estime comme réponses intermédiaires celles qui font des prédictions correctes en se référant à une sorte de changement sans l'associer cependant aux phénomènes thermiques ou vice versa ;
- Les réponses insuffisantes sont celles d'une part, fournies par les enfants qui ne parviennent pas à offrir des prédictions correctes et d'autre part, celles où les enfants n'expriment pas des idées concrètes lorsqu'ils sont invités à donner des explications après les activités expérimentales.

Dans le tableau 1, nous présentons les réponses des enfants aux huit étapes de la procédure didactique. Tout d'abord, nous pouvons observer que d'une étape à l'autre de plus en plus d'enfants progressent vers des réponses suffisantes. Surtout, après le blocage à la cinquième étape où s'est produite la liquéfaction de la vapeur, aux étapes 6, 7 et 8, plus de 8 enfants sur 10 reconnaissent que l'environnement thermique est la cause du changement d'état. La même constatation est faite dans l'étude des explications données par les enfants, car à l'approche de l'achèvement des 8 étapes, elles sont plus systématiques et centrées sur la relation de l'effet et de la chaleur. Finalement, en étudiant les trajectoires individuelles des enfants, nous avons constaté qu'un nombre important de ceux commençant par des réponses intermédiaires et inadéquates se déplacent progressivement vers des réponses suffisantes.

Tableau 1 : les réponses des enfants aux 8 étapes

<i>Étapes</i>	<i>Réponses suffisantes</i>	<i>Réponses intermédiaires</i>	<i>Réponses insuffisantes</i>
1	12	65	14
2	64	17	10
3	22	53	16
4	68	15	8
5	1	51	39
6	75	11	5
7	80	7	4
8	82	7	2

CONCLUSION

En conclusion, cette étude semble confirmer qu'une telle approche contribue à la construction d'un modèle précurseur dans la pensée des enfants d'âge préscolaire. Au niveau méthodologique, cette succession de situations expérimentales, pendant lesquelles on demande des prévisions et des explications par rapport aux changements d'état de l'eau, conduit la pensée des enfants à une centration sur le seul facteur qui intervient, l'environnement thermique qui est reconnu par les enfants avec une échelle qualitative « plus chaud – plus froid » (Ravanis, Papandreou, Kampeza & Vellopoulou, 2013). De cette façon, il est possible de connecter de manière unidirectionnelle l'état de l'eau et le chauffage ou le refroidissement du matériau.

Mais il nous reste à réaliser des études complémentaires pour vérifier si ce modèle précurseur est généralisable à d'autres matériaux ou bien s'il se limite à l'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- Bar, V., & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Bar, V., & Galili, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education*, 16(2), 157-174.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and the learning of science. In R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien (Eds), *Children's ideas in science* (pp. 1-9). Philadelphia: Open University Press.
- Forbes, C., Vo, T., Zangori, L., & Schwarz, C. (2015). Scientific models help students understand the water cycle. *Science and Children*, 53(2), 42-49.
- Ledrapier, C. (2010). Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle : quels rapports avec les sciences ? *RDST*, 2, 79-102.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique: l'enseignement de la mécanique*. Paris: Hachette.
- Levins, L. (1992). Students' understanding of concepts related to evaporation. *Research in Science Education*, 22, 263-272.

- Paik, S.-H., Cho B.-K., Go, Y.-M. (2007). Korean 4- to 11-year-old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 284-302.
- 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.
- 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. Papandreou, M. Kampeza, M. & Vellopoulou, A. (2013). Teaching activities for the construction of a precursor model in 5-6 years old children's thinking: the case of thermal expansion and contraction of metals. *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(4), 514-526.
- Tytler, R. (2000). A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, 22(5), 447- 467.
- Weil-Barais, A. & Lemeignan, G. (1994). Approche développementale de l'enseignement et de l'apprentissage de la modélisation. In J.-L. Martinand (Ed.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 85-113). Paris : INRP.

Vers un modèle précurseur de la lumière

*Exemples à l'école maternelle et
primaire*

Jean-Marie Boilevin,
Danai Arnantonaki,
Konstantinos Ravanis

Modèle précurseur

*Un cadre pour étudier
l'enseignement-apprentissage des
sciences à l'école maternelle*

Résumé

Ce travail de recherche porte sur une étude relative au modèle précurseur sur la lumière pour des élèves de 5-6 et de 10-11 ans. Les caractéristiques du modèle précurseur sont transformées en objectifs des activités avec le concept d'objectif-obstacle : la construction mentale de la lumière comme entité à cause de la centration sur les effets visibles produits et /ou les sources lumineuses et la compréhension de conception de la propagation rectiligne de la lumière. En menant une séance avec 85 élèves de l'école maternelle (grand section) en Grèce et deux séances avec 17 élèves d'une classe de CM2 (Classe Moyenne Niveau 2) d'une école primaire en France, nous avons essayé de construire à la pensée des élèves un modèle précurseur. Les résultats pour les deux groupes d'élèves semblent conduire à la compréhension et à l'approche des connaissances scolaires.

Mots-clés

Modèle précurseur, lumière, école maternelle, école primaire.

*Towards a precursor model for
light*

Examples of the kindergarten and primary school

Abstract

This research work is a study on the precursor model on the light for pupils of 5-6 and 10-11 years. The precursor model characteristics are transformed into objectives of activities with the concept of objective-obstacle: the mental construction of light as entity because of the focus on the visible effects products and/or light sources and the understanding of the straight-lined propagation of light. By conducting a session with 85 students from kindergarten in Greece and two sessions with 17 students in a class from a primary school in France, we have tried to build at the thought of students a precursor model. The results for both groups of students seem to lead to understanding and approach of school knowledge.

Key-words

Precursor model, light, kindergarten, primary school.

PROBLEMATIQUE THEORIQUE

Représentations mentales et modèles précurseurs

Une grande série de recherches en psychologie et en didactique des sciences physiques et naturelles ont montré que les enfants acquièrent des connaissances sur les phénomènes et différentes notions à travers leurs expériences de la vie quotidienne. Ces idées sont personnelles et stables et elles influencent l'apprentissage des sciences. Pour cette raison on remarque que de nombreuses recherches portent sur les représentations mentales spontanées des enfants. Selon plusieurs auteurs, ces dernières doivent être le point de départ afin de leur enseigner des sciences. Dans cette perspective, au fil des années, les recherches en didactique ont mis à jour plusieurs études par rapport à la pensée des enfants, laquelle est souvent incompatible avec la pensée scientifique (Weil-Barais, 1985).

La didactique envisage l'articulation et l'élaboration des représentations différentes en modèles compatibles avec les savoirs scientifiques. Le concept de modélisation, qui se réfère aux études sur les démarches de construction, de validation et d'utilisation de modèles, prend dans le cadre de l'enseignement des sciences une forme spéciale. L'exploitation des modèles permet la reformulation et l'exactitude des *descriptions* et les fonctions d'*explication* et de *prédiction* (Genzling & Pierrard, 1994). Cependant, d'une part, la genèse et, d'autre part, l'utilisation des modèles pour l'enseignement des sciences sont les produits de procédures éducatives spécialement orientées, de longue durée, nécessitant des élaborations et des organisations au niveau de la pensée et dépassant considérablement la structuration cognitive des jeunes enfants. Par conséquent, l'enjeu des efforts pour l'initiation des enfants aux sciences ne peut pas être celui de l'acquisition du modèle lui-même mais de s'adapter à leurs ressources cognitives. Il s'agit de tenir compte des représentations du monde physique des enfants et de travailler sur la transformation de ces représentations en des conceptions ayant des caractéristiques compatibles avec celles des modèles scientifiques.

Une série de recherches (Resta-Schweizer & Weil-Barais, 2007 ; Ravanis, Koliopoulos & Boilevin, 2008 ; Ravanis, Christidou & Hatzinikita, 2013 ; Arnantonaki, 2016) montrent que le concept de *modèle précurseur* proposé par Weil-Barais & Lemeignan, pourrait être fructueux pour le travail sur le progrès cognitif des jeunes enfants.

« Le qualificatif *précurseur* associé au mot *modèle* signifie qu'il s'agit de modèles préparant l'élaboration d'autres modèles. En conséquence, les modèles précurseurs comportent un certain nombre d'éléments caractéristiques des modèles savants vers lesquels ils tendent » (Lemeignan & Weil-Barais, 1993, p. 26).

La lumière comme concept et entité autonome

Pour la création de la conception du modèle précurseur sur la lumière, nous avons regroupé les obstacles repérés dans la bibliographie et en utilisant le concept d'objectif-obstacle (Martinand, 1986), nous les avons transformés en objectifs des activités que nous formulerons pour notre intervention. La recherche sur les difficultés rencontrées par des enfants de 5 à 11 ans montre qu'il y a deux obstacles principaux (Ravanis & Boilevin, 2009) :

- La construction mentale d'une conception de la lumière comme entité à cause de la centration sur les effets visibles produits et /ou les sources lumineuses;
- La compréhension du phénomène de la propagation rectiligne de la lumière.

La question de recherche

Les études présentées ici sont fondée sur le présupposé que les enfants de 5 à 11 ans participant aux activités didactiques, recourant à des interactions systématiques avec leurs enseignants, arrivent à construire des modèles précurseurs contenant les éléments suivants : pour l'ensemble des enfants la lumière comme une entité dans l'espace qui est indépendante des sources lumineuses et des effets visibles ; et en plus pour les élèves de 10-11 ans la propagation rectiligne de la lumière. Dans cette recherche il s'agit donc de tester si les procédures proposées sont pertinentes pour conduire les enfants de 5 à 11 ans à la construction d'un modèle précurseur sur la lumière (Ravanis, Christidou & Hatzinikita, 2013 ; Arnantonaki, 2016).

PROBLEMATIQUE METHODOLOGIQUE

Nous avons proposé aux enseignants une ingénierie didactique précise avec certaines activités et des objectifs particuliers à chacune de ces séances. Les activités s'appuyaient sur des tâches individuelles et collectives et à la fin de la séquence une évaluation individuelle de tout le programme proposé aux séances précédentes a été mise en place. Le tableau 1 présente l'organisation générale des séquences pour les enfants de 5-6 et de 10-11 ans à travers la présentation du synopsis général.

Tableau 1 : Organisation générale de la séquence

Synopsis général pour les élèves de 5-6 ans			
<i>Séance</i>	<i>Objectif</i>	<i>Activité individuelle</i>	<i>Activité collective</i>
Une seule séance	Déstabilisation les représentations des en-		1) Avec une lampe de poche puissante, initialement éteint, puis al-

	fants Considérer la lumière comme une entité autonome		lumé (faisceau visible), on discute « où il y a-t-elle de la lumière » 2) Utilisation de la notion de « voyage » dans son sens métaphorique
Synopsis général pour les élèves de 10-11 ans			
<i>Séance</i>	<i>Objectif</i>	<i>Activité individuelle</i>	<i>Activité collective</i>
Première séance	Considérer la lumière comme une entité autonome	1) Chaque enfant dessine le tableau d'El Greco « L'enfant avec la bougie » dans son cahier de sciences 2) Réponses aux questions dans le cahier des sciences (3 réponses)	Tous les élèves dans la cave de l'école
Deuxième séance	Comprendre la propagation rectiligne de la lumière	Schémas dans les cahiers des sciences	Constructions avec des tubes-carton

À cette recherche ont participé deux groupes d'élèves (groupe A : 85 élèves de 5 à 6 ans provenant de 5 classe des écoles maternelles de Patras en Grèce (grande section) et groupe B : 17 élèves de 10 à 11 ans d'une classe de CM2 (Classe Moyenne Niveau 2) d'une école de la région de Rennes en France.

RESULTATS

En général, les élèves qui ont participé aux procédures didactiques peuvent différencier et développer leurs représentations à la fin de chaque séance. À partir de nos résultats, nous pouvons préciser que les élèves sont probablement plutôt « proches » du modèle précurseur car le nombre de ceux qui semblent être plus « éloigné » du savoir scientifique est faible.

Plus particulièrement, pour les enfants du groupe A, qui ont travaillé en petits équipes avec leurs enseignantes, on a constaté un progrès net. Plus de la moitié des enfants reconnaissent l'existence de la lumière dans l'espace ou dans l'air partout dans une salle, environ un tiers des enfants progressent vers la compréhension de l'existence de la lumière entre une lampe de poche et le mur lorsqu'elle n'est pas visible et encore

la moitié des enfants est capable d'expliquer qu'il y a de la lumière entre deux cartons où il n'y a pas de source ou de faisceau lumineux visible.

Pour les élèves du groupe B, à la fin de la première séance, nous ne pouvons pas nous assurer que les enfants aient surmonté l'obstacle selon lequel ils considèrent la lumière indépendante des sources qui la produisent car ils associent l'obscurité à la source lumineuse. En ce qui concerne la deuxième séance, après avoir étudié une série de schémas avec leurs explications, nous avons constaté que la plupart des élèves utilisent le vocabulaire approprié avec le schéma qui correspond à chaque cas.

CONCLUSION

Le modèle précurseur est probablement un outil qui peut faciliter le passage de la connaissance des enfants sur ce phénomène de l'optique vers la pensée scientifique. Il nous semble très important d'incorporer des outils comme ce modèle dans l'enseignement des matières scientifiques qui apparaissent parfois difficiles et incompréhensibles pour les élèves. Il est nécessaire de casser la croyance selon laquelle être doué pour les sciences serait inné et d'améliorer l'attractivité de ce domaine pour les enfants.

BIBLIOGRAPHIE

- Arnantonaki, D. (2016). Un modèle précurseur sur la lumière pour les élèves de 10 à 11 ans : cadres théoriques et méthodologiques. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), 114-128.
- Genzling, J.-C. & Pierrard, M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction. In J.-L. Martinand (Ed.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 47-78). Paris : INRP.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en Physique*. Paris: Hachette.
- Martinand, J. L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
- Ravanis, K. & Boilevin, J.-M. (2009). A comparative approach to the representation of light for five-, eight- and ten-year-old children: educational perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 8(3), 182-190.
- Ravanis, K., Koliopoulos, D., & Boilevin, J.-M. (2008). Construction of a precursor model for the concept of rolling friction in the thought of preschool age chil-

- dren: A socio-cognitive teaching intervention. *Research in Science Education*, 38(4), 421-434.
- Ravanis, K. Christidou, V. & Hatzinikita, V. (2013). Enhancing conceptual change in preschool children's representations of light: a socio-cognitive approach. *Research in Science Education*, 43(6), 2257-2276.
- Resta-Schweizer, M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science Mathematics and ICT Education*, 1(1), 63-82.
- Weil-Barais, A. (1985). L'étude des connaissances des élèves comme préalable à l'action didactique. *Bulletin de Psychologie*. n. 368, 157-160.