

INTRODUCTION

Jean-Marie BOILEVIN, Alice DELSERIEYS, Corinne JÉGOU et Konstantinos RAVANIS

L'enseignement des sciences auprès de jeunes enfants offre un contexte, à la fois, stimulant et délicat à aborder pour les enseignants et les chercheurs en didactique des sciences. La place accordée aux sciences à l'école maternelle et élémentaire, le rapport aux concepts scientifiques et la manière dont les chercheurs les étudient diffèrent selon les pays ou les courants théoriques et méthodologiques mobilisés. L'objectif de cet ouvrage collectif est de présenter et discuter, de manière exhaustive, le cadre original de « modèle précurseur » associant des approches psychologique, épistémologique et didactique. Les travaux présentés visent à soutenir le développement de l'enseignement des sciences auprès de jeunes enfants en utilisant ce cadre du « modèle précurseur » afin d'accompagner le travail des enseignants, formateurs d'enseignants et chercheurs qui s'intéressent à l'enseignement des sciences à l'école maternelle et élémentaire.

Cet ouvrage collectif est composé de trois parties qui vont, tour à tour, définir le cadre conceptuel et ses fondements théoriques, présenter plusieurs études empiriques basées sur le concept de modèle précurseur, mises en place par des chercheurs de différents pays (Espagne, France, Grèce, Mexique, Royaume-Uni) et dans des domaines disciplinaires variés (physique, chimie et biologie) et, pour finir, proposer une analyse critique du cadre du « modèle précurseur ». Cet ouvrage en français est la suite d'un ouvrage publié en anglais (Boilevin, Delserieys et Ravanis, 2022). Il resitue le cadre de modèle précurseur dans le paysage de la recherche en didactique des sciences francophone et propose de nouvelles études empiriques.

Cet ouvrage revient, ainsi, sur l'importance d'encourager les enfants, dès le plus jeune âge, à explorer le monde naturel et le monde physique qui les entoure. En tant que telle, cette introduction précoce aux sciences a été au centre de l'attention de plusieurs travaux de recherche dans des domaines tels que la psychologie, l'épistémologie ou la didactique (Baillargeon, 2000 ; Coquidé et Giordan, 1997 ; Eshach et Fried, 2005 ; Kamii et De Vries, 1978). Bisault et Lhoste (2020) rappellent que le contexte de l'enseignement-apprentissage des sciences auprès de jeunes enfants implique trois problématiques spécifiques. La première est qu'il est essentiel de prendre en compte l'âge des enfants dans leur apprentissage des sciences car c'est un facteur qui limite ce que les enfants sont en mesure de faire, d'exprimer et de conceptualiser. Mais, c'est également un potentiel de développement

cognitif particulièrement intéressant à observer si des stimuli ou des opportunités d'interactions sont proposées à bon escient aux enfants. La deuxième se rapporte à l'organisation et au contexte d'enseignement préscolaire. L'enseignement des sciences auprès de jeunes enfants s'inscrit dans des modes d'organisation spécifiques qui peuvent différer fondamentalement selon les systèmes éducatifs des pays, le cas de la France et d'une école maternelle obligatoire dès 3 ans étant une exception¹. Selon les contextes, la place des savoirs scientifiques dans les *curricula* et la manière de les aborder vont donc différer tout autant (Charles, 2021). Enfin, la troisième problématique, spécifique à l'enseignement des sciences auprès de jeunes enfants, concerne la question de la professionnalité des éducateurs ou enseignants qui interviennent auprès des jeunes enfants. La dimension polyvalente de leur formation ne leur permet pas toujours de développer une expertise leur donnant suffisamment confiance pour enseigner les sciences. L'originalité de cet ouvrage est de se centrer sur la première problématique liée à l'apprentissage des sciences par de jeunes enfants en proposant un cadre théorique spécifique qui repose sur la définition de modèles précurseurs pour enseigner et apprendre les sciences. Des propositions d'interventions didactiques en découlent, et peuvent outiller les enseignants dans leurs pratiques de classe.

Dans cette perspective, plusieurs études (Allen et Kambouri-Danos 2017 ; Canedo-Ibarra *et al.*, 2010 ; Decroy et Javoy, 2020 ; Delserieys *et al.*, 2018 ; Driver, Guesne et Tiberghien, 1985 ; Ledrapière, 2010 ; Chanoine, 2018 ; Ravanis, 2010) soulignent que les jeunes enfants peuvent approcher le monde empirique, les objets, les matières, le vivant, et exprimer certaines représentations de la réalité, résoudre des problèmes et acquérir progressivement une compréhension des phénomènes naturels. Bisault et Lhoste (2020) rappellent « l'importance de l'apport vygotskien pour renouveler de façon substantielle la question des apprentissages scientifiques et technologiques entre 3 et 6 ans puisque c'est à cet âge que l'enfant commence à construire un rapport de signification au monde dans lequel il évolue » (p. 15). Partant de l'hypothèse que chaque individu, dans une situation donnée, utilise des systèmes explicatifs qui lui sont propres, il a été communément mis en avant que les représentations mentales des enfants puissent devenir des obstacles à l'appropriation des connaissances scientifiques (Driver *et al.*, 1994). Ces représentations, considérées comme le produit de l'histoire individuelle, collective et sociale d'un enfant, sont en interaction constante avec le contexte socioculturel et éducatif (Sikder et Fleer, 2015). En tant que telles, ces représentations présentent des caractéristiques dynamiques. En effet, pour chaque individu, de multiples représentations coexistent en fonction du contexte et elles changent, se restructurent et s'adaptent pour servir d'outils de médiation entre l'individu et son environnement. L'enseignement des sciences à l'école doit, donc, avoir pour objectif d'accompagner les élèves afin de les aider à acquérir progressivement des représentations mentales explicatives à partir de leurs représentations spontanées des phénomènes.

Au sein de ces recherches en didactique des sciences, un courant s'intéresse particulièrement aux représentations spontanées des enfants et au processus graduel par lequel ces représentations sont déstabilisées, enrichies et restructurées. Depuis plusieurs années, différentes

1. [<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/256c8983-4aa6-11ed-92ed-01aa75ed71a1>], consulté le 25 mai 2026.

équipes de chercheurs développent des projets basés sur le cadre conceptuel de modèle précurseur, en lien avec des concepts scientifiques, principalement en physique (Ravanis, 2010).

L'idée de modèle précurseur a été introduite, pour la première fois, par Weil-Barais et Lemeignan (1994). Il s'agit d'envisager l'apprentissage de concepts en sciences par un recours aux activités de modélisation dans une perspective développementale de l'apprentissage. Une telle entrée implique de considérer, d'une part, les ressources cognitives que possèdent les apprenants face à une situation et, d'autre part, l'ancrage épistémologique du modèle scientifique visé. Par ailleurs, une telle perspective développementale insiste sur le caractère progressif et non linéaire de l'apprentissage. Ainsi, « en aidant les élèves à construire une succession de modèles précurseurs, il est possible de ne pas leur imposer des ruptures trop brutales que fort peu d'élèves sont prêts à assumer » (*ibid.*, p. 98). Un modèle précurseur correspond, ainsi, à un modèle qui partage un certain nombre de caractéristiques avec le modèle savant visé et permet de préparer l'élaboration progressive vers d'autres modèles plus élaborés (Lemeignan et Weil-Barais, 1993, p. 26).

L'une des caractéristiques d'une telle approche est l'accent mis sur les facteurs critiques d'un phénomène naturel et les causes sous-jacentes des changements observés en fonction de ce que savent les enfants à un moment donné. En d'autres termes, l'accent mis sur des facteurs critiques, des concepts seuil, définis en tant qu'objectifs-obstacles (Martinand, 1986) confère une spécificité à la définition des modèles précurseurs. Ainsi, nous voyons plusieurs intérêts dans la construction de modèles précurseurs en tant que constructions didactiques par des chercheurs dans la mesure où ces modèles précurseurs peuvent :

- permettre de cadrer la définition d'interventions didactiques ciblées, rejoignant d'une certaine manière le « Model of Educational Reconstruction » (Duit *et al.*, 2012) dans la mesure où la proposition didactique s'appuie, à la fois, sur une analyse fine du savoir en jeu et sur ce que les apprenants sont en mesure de s'approprier ;
- outiller l'enseignant dans son rôle de médiateur en permettant d'aménager des espaces de transition entre ce que l'élève sait déjà et de nouvelles connaissances qu'il est en mesure de construire, donnant une place importante au langage dans la formulation des modèles précurseurs (Delsérieys *et al.*, 2018) ;
- guider l'élève pour accéder aux modèles scientifiques scolaires, c'est-à-dire considérer qu'il lui est proposé des modèles « précurseurs sur le plan cognitif » qui accompagnent la construction d'une représentation nouvelle pour penser l'activité dans laquelle il est engagé.

Lors de son introduction par Lemeignan et Weil-Barais (1993), le cadre conceptuel du « modèle précurseur » s'est focalisé sur le contexte de l'enseignement-apprentissage de concepts de physique au lycée. Depuis ce premier ouvrage, l'utilisation de modèles précurseurs s'est avérée pertinente pour des recherches concernant l'enseignement-apprentissage des sciences auprès de jeunes enfants de l'école maternelle et élémentaire. En effet, depuis une vingtaine d'années, des travaux de recherche ont émergé dans plusieurs pays, menant à des publications parfois en français, souvent en anglais. Des interventions didactiques ont été conçues et mises à l'épreuve en classe afin de repérer dans quelle mesure elles permettent aux enfants de proposer des explications scientifiques aux phénomènes auxquels ils sont confrontés. Les situations proposées engagent, souvent, les enfants à passer d'une simple énumération d'éléments à la construction d'un système de relations (Ravanis, Koliopoulos et Boilevin,

2009; Ravanis et Boilevin, 2009). C'est le cas, par exemple, dans la construction d'une relation inter-objets pour interpréter le phénomène de formation des ombres (Delsérieys *et al.*, 2018; Weil-Barais et Resta-Schweitzer, 2008) ou la relation entre la composition et la forme d'un objet et sa flottabilité (Canedo-Ibarra *et al.*, 2010). Divers concepts ont, ainsi, été étudiés avec des enfants de 5-7 ans, dont on peut citer, sans être exhaustif, le roulement d'un objet (Ravanis, Koliopoulos et Boilevin, 2008), l'énergie (Koliopoulos et Argyropoulou, 2011), la lumière (Arnantonaki, Boilevin et Ravanis, 2020; Ravanis, Christidou et Hatzinikita, 2013) ou, en biologie, le concept de parenté (Ergazaki *et al.*, 2015) et celui de variations au sein des populations (Jégou *et al.*, 2022). En 2018, lors des 10^e rencontres scientifiques de l'ARDiST, un symposium² a rassemblé des études qui utilisent le concept de modèle précurseur dans des recherches concernant l'enseignement-apprentissage de concepts scientifiques auprès de jeunes enfants (Boilevin et Jameau, 2021). Dans la continuité de ce symposium, cet ouvrage rassemble les travaux d'équipes internationales qui travaillent indépendamment, mais avec le même cadre théorique. Dans cette perspective internationale, le concept de modèle précurseur utilisé dans les travaux de recherche de cet ouvrage, amène une approche différente et complémentaire du cadre théorique des approches historico-culturelles largement utilisé dans les recherches sur les sciences auprès de jeunes enfants (Fleer et Pramling, 2015; Roth, Mafra Goulart et Plakitsi, 2013). Dans une approche historico-culturelle, l'idée principale qui est défendue est qu'il existe de nombreuses possibilités pour les enseignants d'impliquer les jeunes enfants dans des activités scientifiques, dans des contextes formels et informels, souvent sans lien explicite avec une activité scientifique. Ainsi, une certaine distance est prise par rapport à une approche plus conceptuelle des sciences. Il s'agit d'explorer la manière dont les enfants donnent du sens aux phénomènes naturels et physiques dans une dimension sociale. Le jeu est souvent considéré comme une activité particulièrement pertinente pour focaliser l'attention des jeunes enfants sur des idées scientifiques. Le cadre conceptuel des modèles précurseurs qui est proposé dans cet ouvrage n'est pas en opposition avec une perspective historico-culturelle, en particulier lorsque l'on considère le modèle précurseur comme un outil de médiation pour l'apprentissage de concepts scientifiques. La distinction se situe dans l'ancrage socio-cognitif qui associe la psychologie sociale du développement et la recherche en didactique des sciences. Dans les travaux de recherches français, c'est une perspective curriculaire qui est souvent proposée pour analyser les pratiques d'enseignement des sciences et technologies à l'école maternelle et élémentaire (Charles, 2021), s'interrogeant sur la place des objets dans ces pratiques. L'idée principale est qu'il existe des pratiques des sciences et technologies spécifiques à l'école maternelle et élémentaire et qui ne se rapportent pas aux pratiques des disciplines scientifiques scolaires qui émergent plus tard dans le parcours scolaire de l'élève. À l'école maternelle, les activités quotidiennes offrent des expériences et des objets qui sont plus ou moins liés aux sciences, mais qui sont surtout intéressants pour le potentiel de développement social et linguistique des jeunes enfants.

Ainsi, cet ouvrage complète la littérature qui aborde la thématique assez large de l'enseignement-apprentissage des sciences auprès de jeunes enfants (Bisault et Lhoste, 2020; Charles, 2021; Trundle et Saçkes, 2015), mais avec comme objectif plus spécifique d'étendre l'utilisation du concept de modèle précurseur dans des recherches étudiant l'apprentissage

2. [https://ardist.org/wp-content/uploads/2021/04/ARDIST_2018.pdf], consulté le 25 mai 2026.

de jeunes enfants. Par ailleurs, l'ouvrage propose des exemples pratiques d'interventions didactiques couvrant divers domaines (physique, chimie, biologie) et phénomènes naturels, avec une approche très cohérente reposant sur un cadre théorique commun guidant la conception des interventions didactiques. Ces interventions didactiques sont contextualisées dans le cadre de l'enseignement des sciences à l'école maternelle et élémentaire dans différents pays, offrant ainsi une perspective internationale aux nombreuses façons d'envisager l'enseignement-apprentissage des sciences auprès de jeunes enfants.

Les trois parties qui composent cet ouvrage alternent dimensions théorique et empirique autour du concept de modèle précurseur. Dans une première partie, déclinée en deux contributions, le cadre théorique du modèle précurseur est présenté et discuté dans une perspective historique, psychologique et didactique. L'histoire de l'invention du concept de « modèle précurseur » est racontée dans l'article de Annick Weil-Barais qui peut être considéré comme une autoréflexion de la part de la conceptrice initiale du « modèle précurseur ». Il explique les origines théoriques, la valeur heuristique et les contraintes liées à l'adoption d'un tel concept dans la conception de *curricula* et d'interventions didactiques. En particulier, l'autrice revient sur le rôle des interactions langagières entre l'enseignant et les élèves et le rôle des systèmes sémiotiques impliqués dans la construction et l'utilisation de concepts scientifiques pour anticiper et expliquer les phénomènes physiques explorés. Après ce tour d'horizon historique, l'article suivant présente le cadre du « modèle précurseur » conceptualisé pour l'enseignement des sciences auprès de jeunes enfants (maternelle et élémentaire). L'objectif poursuivi par Konstantinos Ravanis et Jean-Marie Boilevin est de présenter le cadre théorique sociocognitif proposé pour étudier la construction de connaissances du monde physique et du monde naturel par des élèves de l'école maternelle et élémentaire. Ce cadre articule différents éléments issus des théories de l'interactionnisme social, de la psychologie du développement et de la recherche en didactique des sciences physiques. En plus du concept de modèle précurseur, d'autres concepts sont présentés et discutés et différents aspects de cette approche sont illustrés par les résultats de recherches précédentes basées sur le concept de modèle précurseur. La discussion de ce cadre sociocognitif est l'occasion de montrer comment concevoir des interventions didactiques efficaces pour guider des enfants de 5 à 9 ans vers la construction de connaissances sur des phénomènes physiques et biologiques.

Les parties suivantes de l'ouvrage présente plusieurs études empiriques concernant l'apprentissage de concepts scientifiques dans différents domaines scientifiques et dans divers contextes éducatifs (Espagne, France, Grèce, Mexique, Royaume-Uni, etc.). L'objectif est de mettre en évidence l'efficacité de l'utilisation d'un modèle précurseur pour accompagner l'enseignement et favoriser l'apprentissage des sciences à l'école maternelle et élémentaire. Le choix a été fait de regrouper les études qui concernent un même domaine disciplinaire et chaque article peut être lu indépendamment des autres. Historiquement, le cadre théorique du modèle précurseur a été développé et utilisé dans le domaine de la physique. Aussi, la deuxième partie débute par six contributions empiriques qui s'inscrivent dans ce champ disciplinaire. Des recherches plus récentes ont permis d'étendre le champ d'application à l'enseignement et l'apprentissage de concepts qui s'inscrivent dans les domaines de la chimie et de la biologie. Elles sont présentées respectivement dans les troisième et quatrième partie.

Dans leur contribution, Konstantinos Ravanis, Panagiotis Pantidos, Dimitra Timpili et George Kaliampos décrivent, de manière synthétique, les résultats de trois études sur les représentations mentales d'enfants âgés de 5 à 6 ans dans le domaine de l'électricité. Elles concernent, plus précisément, les idées des enfants sur la construction d'un circuit électrique, les principaux composants du circuit et leur rôle, la présence de courant électrique dans des environnements familiers, le lieu de production du courant électrique et son transport jusqu'aux maisons, ainsi que les appareils électriques et leur fonction. Une nouvelle analyse des données met en évidence la capacité des enfants à construire un modèle précurseur de l'électricité et permet de proposer les principaux axes d'un tel modèle.

L'article proposé par Alice Delserieys, Corinne Jegou, Jean-Marie Boilevin et Konstantinos Ravanis concerne une étude menée en France et en Grèce. Celle-ci teste l'efficacité d'une intervention didactique basée sur un modèle précurseur de la formation des ombres pour aider de jeunes enfants à construire une explication de ce phénomène physique. L'analyse des idées des enfants, après enseignement, montre que l'intervention didactique a un effet positif mais que des différences subsistent dans les progrès de certains enfants par rapport à d'autres. Dans des conditions expérimentales, où les enseignants ont été impliqués dans le travail de recherche et les chercheurs sont intervenus en classe, les progrès observés sont plus importants que dans un contexte d'enseignement ordinaire, soulignant l'importance de la formation des enseignants dans le processus.

L'article de Sabrina Patricia Canedo Ibarra et Alma Adrianna Gómez Galindo présente, quant à lui, les résultats d'une recherche empirique, dans une école maternelle au Mexique, sur la construction d'un modèle précurseur « flotte-coule » en prenant en compte les interactions sociales. L'objectif de ce texte est d'identifier les éléments discursifs qui ont renforcé la construction d'un tel modèle précurseur. Les autrices utilisent l'analyse du discours pour identifier les moments où les élèves font preuve de capacités procédurales ou conceptuelles, et partagent leurs émotions. Elles analysent, également, le rôle de l'enseignant pour soutenir la motivation des élèves et encourager des interactions sociales positives.

De son côté, l'article proposé par Maria Kambouri, Konstantinos Ravanis, Jean-Marie Boilevin et Michalis Ioannou s'intéresse à la construction d'un modèle précurseur du phénomène de changement d'état de l'eau dans la pensée d'enfants grecs de maternelle. Cette recherche empirique est basée sur un protocole en 8 étapes, dans lequel des prédictions et des explications ont été formulées par des enfants pour des cas simples de changement d'état de l'eau. L'analyse des réponses montre que les enfants de cet âge peuvent définir les caractéristiques de base d'un modèle précurseur pour comprendre le phénomène en jeu. En outre, l'analyse des dialogues avec les enfants permet de repérer les points critiques pour dépasser des obstacles à la compréhension de ce phénomène et des stratégies de communication appropriées pour changer la façon de penser des enfants.

Pour leur part, Paraskevi Charalampopoulou, George Kaliampos, Konstantinos Lavidas et Konstantinos Ravanis étudient dans leur contribution les possibilités de formation, dans la pensée d'élèves de 5-6 ans, d'un modèle précurseur pour l'expansion et la contraction des métaux. Après une intervention didactique spécialement conçue sur la base de la narration d'un conte de fées avec le concours d'expériences simples, ils observent une transformation des représentations mentales initiales des enfants. Ils discutent, en particulier, la façon dont

les élèves peuvent prévoir et interpréter l'expansion et la contraction thermiques de différents objets métalliques et construire un modèle précurseur.

L'étude présentée dans le texte de Glykeria Fragkiadaki, Akrivi Georgantopoulou et Konstantinos Ravanis est une approche systématique des représentations mentales d'enfants de maternelle grecs sur le phénomène naturel des nuages et vise à proposer un modèle précurseur. Cette étude se concentre sur les représentations mentales des enfants concernant les caractéristiques générales des nuages, leur raisonnement sur les éléments constitutifs et les procédures de formation des nuages, l'évolution des nuages dans le temps et l'origine de la pluie. Les résultats révèlent que, malgré les connaissances acquises dans le cadre d'une intervention didactique formelle, les enfants continuent à mettre en avant leur expérience quotidienne, leur connaissance intuitive du phénomène et leur imagination.

L'article proposé par Vanessa Sesto Varela, Isabel García-Rodeja Gayoso et María Lorenzo Flores présente les résultats d'une recherche empirique sur la construction d'un modèle précurseur de l'air par des enfants de maternelle en Espagne. Cette recherche est basée sur une intervention didactique spécifiquement conçue pour aborder les idées que l'air existe, a une masse et occupe un volume dans l'espace, et dans laquelle les enfants sont encouragés à faire des prédictions pour des phénomènes quotidiens en rapport avec l'air, puis à tester ces prédictions de manière expérimentale. Les résultats de l'étude montrent que l'intervention didactique, ainsi conçue, permet aux jeunes enfants de construire un modèle précurseur de l'air qui est susceptible de soutenir le développement de leur compréhension de la matière, d'un point de vue physique.

Dans la contribution de Isabelle Kermen, c'est la dimension chimique de la matière qui est explorée. Il s'agit d'une thématique peu explorée avec de jeunes élèves et qui est nouvelle dans l'axe de recherche explorant des modèles précurseurs. Ainsi, Isabelle Kermen décrit les premiers développements d'un projet de recherche visant à élaborer un modèle précurseur des transformations chimiques de la matière pour les élèves de 9 à 12 ans. L'article présente une revue de littérature et une étude exploratoire permettant d'identifier des représentations, raisonnements et difficultés des élèves d'école primaire sur les transformations de la matière pour fournir de premiers éléments pour la conception d'un modèle précurseur des transformations chimiques de la matière pertinent pour des élèves de l'école élémentaire.

Les contributions suivantes introduisent des concepts de biologie, plus récemment abordés dans les courants de recherches se rapportant au concept de modèle précurseur. Ainsi, Alma Adrianna, Gómez Galindo et Sabrina Patricia Canedo Ibarra présentent dans leur article une expérience menée au Mexique avec des enfants de 5 ans dans laquelle un modèle précurseur du système nerveux et des organes des sens est construit. L'expérience a été menée dans une école d'éducation préscolaire de l'État de Mexico, au Mexique. L'enseignant propose des activités sensorielles et guide la conversation par des questions pour que les élèves imaginent ce qui se passe à l'intérieur de leur corps afin qu'il puisse capter, interpréter et répondre aux changements de l'environnement. Cette étude met en évidence l'importance des dessins réalisés par les élèves et de la génération d'analogies par ces derniers pour donner un sens aux idées du modèle.

Pour sa part, Marida Ergazaki questionne l'usage d'un modèle précurseur pour des concepts de biologie. En effet, les jeunes enfants sont extrêmement curieux du monde

biologique et lorsqu'ils entrent à l'école maternelle, ils ont déjà leur propre façon d'expliquer les phénomènes biologiques qui attirent leur attention. Mais, le passage de cette biologie naïve à des explications basées sur des mécanismes biologiques, aussi rudimentaires soient-ils, est très difficile et doit se faire pas à pas. Ainsi, la question abordée dans cet article par Marida Ergazaki est de savoir si le concept de « modèles précurseurs » peut être un outil pertinent dans la conception d'étapes intermédiaires pour aider les enfants à mieux comprendre des concepts de la biologie. Ce texte vise à éclairer cette question en fournissant des exemples concrets, dans le contexte grec, de la manière dont de tels modèles précurseurs pourraient être intégrés dans des situations d'enseignement pour aborder, avec des jeunes enfants, des sujets complexes en biologie, tels que les fonctions corporelles ou la ressemblance familiale.

L'article proposé par Corinne Jégou, Julie Gobert, Alice Delserieys et Marida Ergazaki est également lié à l'enseignement-apprentissage de la biologie. Il présente le développement d'un modèle précurseur sur la pensée populationnelle, mode de pensée indispensable à la compréhension du concept de sélection naturelle, qui est au cœur de la théorie de l'évolution. L'objectif de l'étude est d'identifier, par le biais d'entretiens individuels, les conceptions et les raisonnements d'enfants français de 5-6 ans concernant l'idée de variation au sein des populations animales. Les auteurs présentent et discutent les résultats obtenus et proposent, ensuite, un modèle précurseur pour surmonter l'obstacle de la pensée essentialiste chez les enfants de cet âge.

La partie empirique de cet ouvrage se termine par l'étude d'un sujet plus global et s'inscrivant dans un problématique d'éducation au développement durable. Dans leur article, Valérie Marchal-Gaillard et Jean-Marie Boilevin explorent les possibilités d'élaboration d'un modèle précurseur sur le cycle de décomposition de la matière organique en grande section de maternelle, à partir de l'analyse de propos enfantins sur la dégradation des biodéchets dans le composteur. Ce travail permet d'identifier un objectif-obstacle et de mettre en évidence des raisonnements-cibles pour le cycle de décomposition des biodéchets, guidant ainsi la construction d'un modèle précurseur pour des élèves de 5-6 ans. Ce travail s'inscrit dans le cadre de la compréhension précoce de la complexité des écosystèmes et des relations entre l'Homme et la Nature.

La cinquième et dernière partie de l'ouvrage propose une analyse critique des parties précédentes de l'ouvrage. Elle vise à discuter de l'intérêt des modèles précurseurs dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences à l'école d'un point de vue psychologique, épistémologique et didactique. Elle s'organise autour des contributions de deux chercheurs travaillant dans des contextes géographiques et scientifiques différents, Agustín Adúriz-Bravo de l'université de Buenos Aires, Argentine, qui adopte une perspective philosophique et Manuel Bächtold, de l'université de Montpellier, France, qui propose une analyse ancrée dans la didactique de la physique. Ils discutent, de manière indépendante, des études présentées dans la deuxième partie, mais aussi des apports théoriques de la première partie. Ainsi, la contribution de Agustín Adúriz-Bravo présente quelques considérations théoriques sur le concept de modèle précurseur à l'aide de la notion épistémologique de « modèle théorique ». Les modèles théoriques sont, ici, caractérisés à partir de la philosophie sémantique des sciences, une école du dernier quart du ^{xx}e siècle. Les modèles précurseurs, entendus comme des modèles analogiques délibérément conçus pour enseigner les

sciences, sont comparés aux modèles théoriques selon sept dimensions différentes. En outre, la notion même de modèle précurseur, qui est elle-même un modèle théorique de la didactique des sciences, est replacée dans son contexte. De son côté, Manuel Bächtold propose une analyse comparative des différents articles empiriques afin de caractériser les contours du programme de recherche axé sur les modèles précurseurs et de le situer par rapport à la littérature. Deux éléments clés sont identifiés et discutés : ces études s'inscrivent toutes dans une perspective développementale et, pour la plupart d'entre elles, accordent une grande importance à la dimension épistémologique des modèles précurseurs en leur attribuant les mêmes fonctions opératoires que les modèles scientifiques.

Ce livre est donc un ouvrage collectif visant à discuter différents points de vue internationaux sur l'éducation scientifique à l'école maternelle et élémentaire. Il rassemble différents objets, concepts, méthodes et résultats, tous relatifs au cadre conceptuel du « modèle précurseur ». Le fait de rassembler la réflexion de chaque contributeur, avec l'expertise qu'ils partagent sur leur vision et leur utilisation des « modèles précurseurs » dans leur propre pays, enrichit à son tour la communauté scientifique dans le domaine de l'enseignement des sciences. L'ouvrage propose, aussi, des outils pratiques et des interventions didactiques mises en œuvre en classe qui peuvent soutenir la formation des enseignants en sciences à l'école maternelle et élémentaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN Michael et KAMBOURI-DANOS Maria, 2017, « Substantive Conceptual Development in Preschool Science: Contemporary Issues and Future Directions », *Early Child Development and Care*, vol. 187, n° 2, p. 181-191.
- ARNANTONAKI Danaé, BOILEVIN Jean-Marie et RAVANIS Konstantinos, 2020, « L'appropriation de modèles précurseurs par des professeurs pour enseigner les sciences en maternelle : le cas de la lumière », *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, n° 22, p. 151-176.
- BAILLARGEON Renée, 2000, « La connaissance du monde physique par le bébé. Héritages piagétien », in Olivier HOUDÉ et Claire MELJAC (dir.), *L'esprit piagétien*, Paris, Presses universitaires de France, p. 55-87.
- BISAULT Joël et LHOSTE Yann, 2020, « Quelle éducation scientifique et technologique pour des élèves de 2 à 6 ans ? », *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, n° 22, p. 13-30.
- BOILEVIN Jean-Marie, DELSERIEYS Alice et RAVANIS Konstantinos (dir.), 2022, *Precursor Models for Teaching and Learning Science During Early Childhood*, Cham, Springer, coll. « Contemporary Trends and Issues in Science ».
- CANEDO-IBARRA Sabrina Patricia, CASTELLO-ESCANDELL Josep, GARCIA-WEHRLE Paloma et MORALES-BLAKE Alejandro Rafael, 2010, « Precursor models construction at preschool education: An approach to improve scientific education in the classroom », *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, vol. 4, n° 1, p. 41-76.
- CHANOINE Céline, 2018, *Pour une approche curriculaire de l'éducation scientifique à l'école maternelle : une entrée par les objets*, thèse de doctorat, sous la dir. de Joël Bisault, Amiens, université de Picardie Jules Verne.
- CHARLES Frédéric, 2021, *Graines de scientifiques en maternelle : Explorer le monde du vivant, des objets et de la matière*, Grenoble, UGA Éditions, coll. « EDP Sciences ».

- COQUIDE Maryline et GIORDAN André, 1997/2002, *L'enseignement scientifique et technique à l'école maternelle*, Paris, Delagrave.
- DELSERIEYS Alice, JÉGOU Corinne, BOILEVIN Jean-Marie et RAVANIS Konstantinos, 2018, « Precursor model and preschool science learning: efficiency of a teaching intervention on shadow formation », *Research in Science & Technological Education*, vol. 36, n° 2, p. 147-164.
- DRIVER Rosalind, GUESNE Edith et TIBERGHIEEN Andrée, 1985, « Children's ideas and the learning of science », in Rosalind DRIVER, Edith GUESNE et Andrée TIBERGHIEEN (dir.), *Children's ideas in science*, Philadelphia, Open University Press, p. 1-9.
- DRIVER Rosalind, SQUIRES Ann, RUSHWORTH Peter et WOOD-ROBINSON Valerie, 1994, *Making sense of secondary school science*, Londres, Routledge.
- DUIT Reinders, GROENINGESSER Harald, KATTMANN Ulrich, KOMOREK Michael et PARCHMANN Ilka, 2012, « The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science », in Doris JORDE et Justin DILLON (dir.), *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education*, vol 5., Rotterdam, SensePublishers.
- ERGAZAKI Marida, VALANIDOU Eftykia, KASIMATI Maria-Christina et KALANTZI Mara, 2016, « Introducing a Precursor Model of Inheritance to Young Children », *International Journal of Science Education*, vol. 37, n° 18, p. 3118-3142.
- ESHACH Haim et FRIED Michael N, 2005, « Should Science Be Taught in Early Childhood? », *Journal of Science Education and Technology*, vol. 14, n° 3, p. 315-336.
- FLEER Marilyn et PRAMLING Niklas, 2015, *A Cultural-Historical Study of Children Learning Science: Foregrounding Affective Imagination in Play-based Settings*, Cham, Springer.
- KAMII Constance et DE VRIES Rheta, 1978, *Physical Knowledge in preschool education: Implications of Piaget's theory*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- LEDRAPIER Catherine, 2010, « Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle : Quels rapports avec les sciences? », *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, n° 2, p. 79-102.
- LEMEIGNAN Gérard et WEIL-BARAIS Annick, 1993, *Construire des concepts en Physique*, Paris, Hachette.
- LEMEIGNAN Gérard et WEIL-BARAIS Annick, 1994, « A Developmental Approach to Cognitive Change in Mechanics », *International Journal of Science Education*, vol. 16, n° 1, p. 99-120.
- MARTINAND Jean-Louis, 1986, *Connaitre et transformer la matière*, Berne, Peter Lang.
- RAVANIS Konstantinos, 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*, vol. 5, n° 2, p. 1-11.
- RAVANIS Konstantinos, KOLIOPOULOS Dimitrios et BOILEVIN Jean-Marie, 2008, « Construction of a Precursor Model for the Concept of Rolling Friction in the Thought of Preschool Age Children: A Socio-cognitive Teaching Intervention », *Research in Science Education*, vol. 38, n° 4, p. 421-434.
- ROTH Wolff-Michael, MAFRA GOULART Maria-Ines et PLAKITSI Katerina, 2013, *Science Education during Early Childhood: A Cultural-Historical Perspective*, Cham, Springer.
- SIKDER Shukla et FLEER Marilyn, 2015, « Small Science: Infants and Toddlers Experiencing Science in Everyday Family Life », *Research in Science Education*, vol. 45, n° 3, p. 445-464.
- TRUNDLE Kathy Cabe et SACKES Mesut, 2015, *Research in Early Childhood Science Education*, Cham, Springer.
- WEIL-BARAIS Annick, 2001, « Constructivist Approaches and the Teaching of Science », *Prospects*, vol. 31, n° 2, p. 187-196.
- WEIL-BARAIS Annick et LEMEIGNAN Gérard, 1994, « Approche développementale de l'enseignement et de l'apprentissage de la modélisation », in Jean-Louis MARTINAND (dir.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*, Paris, INRP, p. 85-113.