

Cette version de l'article a été acceptée pour publication après examen par les pairs/éditorial et est soumise aux conditions d'utilisation de la *Revue des sciences de l'éducation de McGill*. Il n'a pas encore fait l'objet d'une révision finale et ne constitue pas la version publiée finale et définitive de l'article.

EFFETS POTENTIELS D'UNE INTERVENTION INTERDISCIPLINAIRE EN SCIENCES ET EN ARTS SUR LA CONSTRUCTION DE CONCEPTS SCIENTIFIQUES D'ENFANTS DE MATERNELLE

ÉDITH ALLARD *Université du Québec à Trois-Rivières*

GHISLAIN SAMSON *Université du Québec à Chicoutimi*

RÉSUMÉ. Les enfants développent très tôt des représentations sur différents phénomènes pour expliquer le monde autour d'eux, souvent inadéquates ou incomplètes. L'intervention précoce permettrait de favoriser la compréhension de concepts par une approche peu étudiée au niveau préscolaire : l'interdisciplinarité. Notre étude qualitative visait à explorer les effets d'une intervention interdisciplinaire en sciences et en arts sur la construction de concepts scientifiques de dix-sept enfants d'une classe de maternelle, en particulier en lien avec la lumière et les phénomènes associés. Les données ont été recueillies à l'aide de dessins et d'entretiens semi-dirigés avant et après l'intervention, soit quatre activités interdisciplinaires d'une heure. Les résultats tendent à démontrer que l'intervention favorise efficacement la construction de concepts scientifiques chez la majorité des participants.

POTENTIAL EFFECTS OF AN ARTS AND SCIENCE INTERDISCIPLINARY INTERVENTION ON KINDERGARTEN CHILDREN'S CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC CONCEPTS

ABSTRACT. Early on in their development, children develop representations of different phenomena to explain the world around them, which are often inadequate or incomplete. Early educational intervention would promote the understanding of concepts through an understudied approach for preschoolers: interdisciplinarity. Our qualitative study explores the effects of an arts and science interdisciplinary intervention on the construction of scientific concepts of 17 children in kindergarten, particularly in relation to light and associated phenomena. Data were collected using drawings and semi-structured pre-and post-intervention interviews, consisting of four one-hour interdisciplinary activities. Results tend to show that the intervention effectively promotes the construction of scientific concepts in the majority of participants.

Les enfants, dès leur plus jeune âge, s'intéressent de manière spontanée aux phénomènes naturels qui les entourent (Charpak, 1996). Cette curiosité les amène à s'initier à différents concepts scientifiques et, par le fait même, à développer leur compréhension du monde. L'exploration de concepts scientifiques à l'éducation préscolaire est d'ailleurs encouragée dans le Programme-cycle de l'éducation préscolaire du Québec pour soutenir le développement cognitif des enfants (Ministère de l'Éducation [MÉQ], 2023). En plus des sciences, d'autres domaines d'apprentissage comme les mathématiques, l'univers social et les arts, amènent également les enfants à mieux comprendre le monde qui les entoure (MÉQ, 2023). C'est d'ailleurs ce que soutiennent différents auteurs en ce qui a trait aux arts (Poldberg et al., 2013; Winner et al., 2014), puisque ce domaine implique la mobilisation de mécanismes d'apprentissage différents de ceux sollicités avec les sciences, comme la représentation symbolique ou encore des habiletés d'expression (Phillips et al., 2010). Considérant le potentiel de ces deux domaines pour soutenir le développement cognitif de l'enfant, il apparaît intéressant d'explorer en quoi la combinaison de ceux-ci est susceptible d'amener l'enfant à développer des représentations pouvant l'aider à mieux comprendre le monde autour de lui et à s'y préparer.

1.1. Représentations des jeunes enfants

Dès sa petite enfance, l'enfant développe des idées sur le monde qui l'entoure (Christidou et al., 2009; Eshach et Fried, 2005; Ravanis, 2010), idées qu'il organise sous la forme d'un système explicatif personnel lui permettant de comprendre les phénomènes auxquels il est exposé. Ce système organisé d'idées correspond aux représentations conceptuelles, aussi appelées conceptions (Astolfi et al., 2008). Ces représentations, qui peuvent être qualifiées de naïves et spontanées à l'éducation préscolaire (Canedo-Ibarra et al., 2010), sont souvent loin de celles reconnues actuellement par la communauté scientifique (Christidou et al., 2009; Ntalakoura et Ravanis, 2014) et s'avèrent, pour la plupart, inadéquates pour expliquer les phénomènes naturels (Eshach et Fried, 2005). Le problème principal causé par les représentations initiales des enfants est que celles-ci peuvent s'avérer persistantes dans le temps (Eshach et Fried, 2005) et résister à l'enseignement (Astolfi et al., 2008; Johsua et Dupin, 2003). Elles constituent alors des obstacles au sens de la didactique des sciences lorsque les apprenants sont exposés de manière plus formelle aux sciences (Coquidé-Cantor et Giordan, 2002; Johsua et Dupin, 2003). Pour certains chercheurs (Coquidé-Cantor et Giordan, 2002; Eshach et Fried, 2005; Potvin, 2017), une façon de contourner la difficulté liée aux représentations initiales serait d'exposer les enfants à des activités scientifiques leur permettant de s'initier à différents concepts en la matière dès leur entrée à l'école, sachant que la période de trois à six ans est reconnue comme étant celle « la plus sensible aux apprentissages » (Ledrapier,

2010, p. 80). En effet, comme le précisent Eshach et Fried (2005), le fait d'exposer les jeunes enfants à des phénomènes scientifiques « peut les aider à organiser leurs expériences de sorte à être mieux préparés à comprendre les concepts scientifiques qu'ils devront apprendre de façon plus formelle dans le futur » (p. 322 [traduction libre]).

Parmi les concepts scientifiques pouvant être explorés avec des enfants d'âge préscolaire, comme le rapporte Allard (2020), ceux-ci devraient permettre une exploration basée sur l'expérience concrète, c'est-à-dire être un concept qui permet à l'enfant de produire le phénomène par lui-même, d'agir sur lui et d'observer la réaction engendrée par son action. Au cours des dernières années, les concepts de lumière et d'ombres, qui respectent ces caractéristiques, ont fait l'objet de plusieurs études ayant démontré la présence de représentations inadéquates suscitant certaines difficultés (p. ex. : Chen, 2009; Kolokouri et Plakitsi, 2016; Ntalakoura et Ravanis, 2014; Ravanis, 1996, 2010). Par exemple, les enfants ont de la difficulté à concevoir que la lumière est une entité distincte de sa source pouvant interagir avec les objets. En lien avec les ombres, une des difficultés consiste à comprendre qu'elles sont produites par l'obstruction de la lumière par un obstacle. Considérant le fait que ces notions sont adaptées à l'éducation préscolaire d'une part et que, d'autre part, les enfants possèdent déjà des représentations à leur sujet, c'est la lumière qui a été retenue pour étudier la construction de concepts scientifiques chez les jeunes enfants. Elle fait référence à l'entité qui voyage dans l'espace à partir d'une source et qui interagit avec différents objets sur sa trajectoire, ce qui permet d'observer des phénomènes de réflexion, d'ombres, de réfraction et de diffusion (Valanides et al., 2013). Ainsi, en plus du concept général de lumière, cette étude qualitative explore des phénomènes qui lui sont associés : les ombres, la réfraction et l'arc-en-ciel, les deux derniers phénomènes n'ayant encore fait l'objet d'aucune étude à notre connaissance en contexte d'éducation préscolaire. En effet, comme le précisent Coquidé-Cantor et Giordan (2002), pour amener l'enfant à faire des apprentissages relatifs aux sciences, il importe de faire plus d'une seule activité isolée pour explorer un même concept. Ainsi, la séquence proposée dans cette étude fait en sorte que l'enfant doit s'appuyer sur ses connaissances antérieures pour construire les connaissances suivantes. Par exemple, pour comprendre que l'arc-en-ciel est causé par la diffraction de la lumière dans les gouttes d'eau (dernier concept exploré), l'enfant doit d'abord comprendre que la lumière est un faisceau lumineux se déplaçant en ligne droite et que son comportement change en fonction des obstacles qu'il rencontre : création d'ombres en présence d'un obstacle opaque, phénomène de réflexion en présence d'un miroir, de réfraction en présence d'un autre milieu comme l'eau ou de diffraction en présence d'une goutte d'eau ou d'un prisme.

1.2. Interventions favorisant la construction de concepts scientifiques

Des études antérieures soulignent le fait que la construction de concepts en lien avec la lumière et les ombres à l'éducation préscolaire peut être favorisée par certaines interventions effectuées par les enseignants ou les chercheurs dans le cadre de leur recherche. C'est le cas d'une intervention qui préconise le recours à des modèles précurseurs pour construire le concept de lumière (Ntalakoura et Ravanis, 2014) ou celui des ombres (Delsérieys et al., 2018). D'autres interventions ont également été étudiées, notamment une basée sur une approche sociocognitive (Ravanis et al., 2013), une centrée sur des activités corporelles (Herakleioti et Pantidos, 2016), une autre de type « prédiction-observation-explication » réalisée à l'aide de jeux vidéo (Hsu et al., 2011) ou encore une ayant recours à des dessins animés en tant qu'outil culturel et médiatique (Kolokouri et Plakitsi, 2016) pour construire l'un ou l'autre de ces concepts. Dans tous les cas, une amélioration de la compréhension des phénomènes de lumière ou d'ombres a été observée par la suite.

Par ailleurs, le fait d'ajouter les arts à l'exploration du domaine des sciences pourrait également être susceptible d'entraîner des effets positifs sur la construction de concepts scientifiques. En effet, depuis une dizaine d'années, un courant de recherche, connu sous l'appellation STEAM,¹ est en croissance actuellement (Katz-Buonincontro, 2018). Il se caractérise par l'ajout des arts à l'enseignement de disciplines traditionnellement scientifiques (Riley, 2015), soit les sciences, la technologie, l'ingénierie et les mathématiques (Katz-Buonincontro, 2018). L'approche interdisciplinaire en sciences et en arts découlant du courant de recherche STEAM a toutefois été très peu étudiée à l'éducation préscolaire. Par conséquent, bien que des retombées positives aient été documentées au primaire (p. ex. : Gershon et Oded, 2014; Rinne et al., 2011; Simpson Steele et al., 2016), les effets réels de cette approche au préscolaire demeurent méconnus. Parmi les quelques études se déroulant à cette période, l'une d'elles, réalisée par Christidou et al. (2009), explore l'effet de l'art dramatique combiné aux expérimentations scientifiques sur le concept de magnétisme. Les auteurs démontrent que l'approche interdisciplinaire utilisée permettrait aux enfants de « consolider leurs connaissances nouvellement construites » (p. 11 [traduction libre]) en représentant de façon symbolique et personnalisée le phénomène, ce qui, chez les participants, semble constituer un facteur contribuant au changement conceptuel observé. Outre cette étude, le programme ScienceStart!² propose également des activités interdisciplinaires tirant parti des sciences et d'autres domaines d'apprentissage, dont les arts, à l'éducation préscolaire. Il générerait d'ailleurs de nombreux bénéfices, soit une amélioration des connaissances scientifiques des enfants (French, 2004), de même que le développement de vocabulaire pour verbaliser les phénomènes scientifiques (Conezio et French, 2002). Toutefois, aucune étude portant sur l'approche interdisciplinaire en sciences

et en arts n'a été réalisée à l'éducation préscolaire en lien avec le concept de lumière, tel qu'étudié dans cette recherche.

1.3. Question de recherche

Puisqu'il existe à ce jour très peu d'études à l'âge préscolaire pour déterminer si l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts favorise la construction de concepts scientifiques, le présent article tente de contribuer au développement de connaissances sur le recours au courant STEAM à l'éducation préscolaire et ses effets sur les représentations des enfants et la construction de concepts scientifiques. Les connaissances produites par cette recherche visent également à outiller les enseignants qui s'occupent de ces niveaux, et particulièrement ceux à la maternelle cinq ans, souhaitant s'initier à cette approche. Plus spécifiquement, la recherche vise à explorer les effets potentiels d'une intervention basée sur l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur la construction de concepts scientifiques d'enfants à la maternelle cinq ans en lien avec le concept de lumière. De ceci découle la question de recherche suivante : quels sont les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur les représentations associées au concept général de lumière, incluant les phénomènes d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel auprès d'enfants d'une classe de maternelle cinq ans?

2. MÉTHODOLOGIE

Une méthodologie de nature qualitative, exploratoire et descriptive est utilisée en vue de décrire un phénomène méconnu dans la recherche afin de mieux le comprendre (Fortin et Gagnon, 2016).

2.1. Échantillon

Cette étude, subventionnée par le Conseil de recherches en sciences humaines, cible les enfants de maternelle cinq ans fréquentant les écoles publiques de la Mauricie (Québec). Les dix-sept élèves d'une classe de ce niveau correspondent à l'échantillon retenu. Il s'agit d'un échantillon de convenance qui se définit comme étant « un échantillon composé de personnes facilement accessibles qui répondent à des critères d'inclusion précis » (Fortin et Gagnon, 2016, p. 269). Cet échantillon, qui permet de répondre à la question de recherche, peut être qualifié d'intentionnel (Savoie-Zajc, 2018). De plus, en ciblant des enfants de cinq et six ans, il correspond à un échantillon pouvant se justifier de façon théorique, un élément considéré essentiel pour obtenir un échantillon « rigoureux » (Savoie-Zajc, 2018, p. 198). Par ailleurs, la classe correspond à celle dont l'enseignante s'est montrée volontaire pour participer à l'étude et aux enfants pour qui le consentement des parents a été obtenu, soit l'ensemble de la classe. Ces enfants, auxquels un prénom fictif a été attribué, sont tous francophones, d'origine québécoise, avec près de deux-tiers de garçons. L'âge moyen des enfants est de 6,11 ans.

2.2. Outils de collecte de données

Le dessin est l'outil principal utilisé pour recueillir les données sur la construction des concepts scientifiques, celui-ci permettant de dévoiler les représentations des enfants au niveau préscolaire (Dogru et Seker, 2012). En plus de servir à évaluer les représentations et les apprentissages réalisés (Chang, 2012a), le dessin assure différents rôles, comme démontré par Chang (2012b) dans une étude sur le sujet. Selon les résultats de cette étude, cette approche sert à évaluer le niveau de cognition de l'enfant, puisque ce dernier dessine ce qu'il connaît plutôt que ce qu'il voit. De plus, le dessin sert d'outil de communication, le jeune enfant pouvant exprimer ses idées plus librement grâce à ce médium. Cependant, l'auteure précise qu'il importe qu'un adulte interroge l'enfant à propos de son dessin, puisque la signification de ce dernier peut varier aux yeux du dessinateur et de celui qui analyse l'œuvre (Chang, 2012b). Conséquemment, l'entretien semi-dirigé est un outil également utilisé afin de collecter les commentaires explicatifs des enfants à propos de leurs dessins. Le recours à ces deux outils permet également d'assurer la validité de cette collecte de données, puisqu'une triangulation des données est présente (Fortin et Gagnon, 2016).

L'entretien semi-dirigé correspond à un échange verbal pouvant s'adapter en fonction du déroulement de l'entretien et permettant d'explorer différents thèmes avec le participant et de rendre sa réalité explicite (Savoie-Zajc, 2021). Ainsi, à partir d'une question, la personne qui dirige l'entretien guide le répondant afin de l'aider à « articuler sa pensée autour de thèmes préétablis » (Boutin, 2018, p. 37). Certains énoncés sont donc prédéterminés dans le canevas d'entretien. Toutefois, puisque la collecte de données concerne de jeunes enfants, la chercheure a été autorisée à reformuler certains énoncés au besoin pour en assurer la compréhension par l'enfant interrogé. De plus, les entretiens ont été enregistrés, permettant une transcription en *verbatim* des données (Savoie-Zajc, 2021).

Afin de répondre à la question de recherche, une intervention de quatre semaines a été mise en place vers la fin de l'année scolaire (mois d'avril et mai), au cours de laquelle les enfants ont expérimenté quatre activités interdisciplinaires en sciences et en arts. Ainsi, deux collectes de données ont été réalisées à quatre semaines d'intervalle. La première s'est déroulée quelques jours avant le début de l'intervention, afin de mettre en lumière les représentations initiales des enfants. La seconde a eu lieu après l'intervention, soit au terme des quatre semaines d'activités interdisciplinaires animées en classe, afin d'évaluer la présence et la nature d'éventuels changements dans les représentations des enfants. Chaque participant a ainsi réalisé un dessin pour chacun des phénomènes et a été ensuite rencontré individuellement. La chercheure a questionné l'enfant sur le phénomène lui-même, ainsi que sur les dessins qu'il a réalisés. À titre d'exemple, concernant le concept de lumière, la

chercheure a demandé aux enfants d'expliquer leur dessin, puis d'expliquer ce qu'est la lumière, comment elle se forme et ce dont nous avons besoin pour avoir de la lumière.

Par ailleurs, un journal de bord a été tenu par la chercheure tout au long de l'intervention, soit lors des quatre activités interdisciplinaires. Elle y a consigné des données sur les comportements des enfants et leurs interactions verbales lors de ces activités. Ce journal, comme défini par Baribeau (2005) « est constitué de traces écrites [...] dont le contenu concerne la narration d'évènements [...] contextualisés » (p. 100). Cet outil permet ainsi d'expliquer les résultats obtenus tout en fournissant des informations sur le contexte (Baribeau, 2005), ce qui s'avère nécessaire pour interpréter l'apport associé à l'ajout des arts dans la construction des concepts chez les participants.

2.3. Déroulement de l'intervention basée sur l'approche interdisciplinaire

De façon plus détaillée, l'intervention correspond à quatre activités interdisciplinaires animées par la chercheure, assistée de l'enseignante titulaire, d'une durée d'environ soixante minutes par semaine, pour un total de quatre semaines, comme présenté dans le Tableau 1. Chacune des séances suit le même déroulement, débutant par une mise en contexte à l'aide d'une histoire de fiction, dont certaines inventées par la chercheure. Ensuite, des expérimentations scientifiques en équipe sont réalisées, suivies d'activités artistiques portant sur une discipline différente chaque semaine (arts plastiques, art dramatique, danse ou musique). Finalement, un retour en grand groupe vise à faire le bilan des apprentissages et une ouverture sur l'activité à venir.

TABLEAU 1. Déroulement de l'intervention

ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES	ACTIVITÉS ARTISTIQUES
SEMAINE 1 – CONCEPT DE LUMIÈRE	
Démonstration du comportement d'un faisceau lumineux avec un carton troué (déplacement en ligne droite) et des miroirs (réflexion). Expérimentation pour éclairer un objet au plafond en utilisant au moins un miroir. Expérimentation pour éclairer une figurine dans une boîte trouée à l'aide d'une lampe de poche et de miroirs.	Dessin aux pastel et collage représentant le comportement de la lumière en présence de miroirs pour résoudre le problème initial : comment éclairer le fond du terrier de la taupe de l'histoire?
SEMAINE 2 – CONCEPT DES OMBRES	
Démonstration de la création d'ombres avec des silhouettes et une lampe de poche. Expérimentation sur la formation des ombres avec différentes sources de lumière et obstacles. Expérimentation pour former des ombres plus grandes et plus petites avec le matériel.	Théâtre d'ombres présentant l'histoire <i>Petit Gruffalo</i> (Donaldson et Scheffler, 2021) et formation d'ombres géantes d'une souris pour répondre au problème initial : comment effrayer le monstre avec une ombre comme dans l'histoire?
SEMAINE 3 – CONCEPT DE RÉFRACTION	
Démonstration de la réfraction avec un aquarium et des poissons. Expérimentation avec des pailles et des verres transparents remplis d'eau.	Danse représentant le comportement de la lumière quand elle change de milieu (phénomène de réfraction) pour répondre au problème initial : comment le martin-pêcheur de l'histoire réussit-il à attraper du poisson?
SEMAINE 4 – CONCEPT DE L'ARC-EN-CIEL	
Démonstration de la formation d'un arc-en-ciel avec : eau, miroir et lampe de poche. Expérimentation pour former un arc-en-ciel avec un prisme et une lampe de poche.	Création d'une musique représentant la formation d'un arc-en-ciel pour répondre au problème initial : comment le personnage de l'histoire Chasseur d'arc-en-ciel (Yayo, 1998) pourrait-il fabriquer son bout d'arc-en-ciel?

2.4. Méthodes d'analyse

Une fois les données collectées à l'aide de dessins et d'entretiens semi-dirigés, elles ont été traitées. Dans le cas des entretiens semi-dirigés, les propos des enfants ont été transcrits sans modification sous forme d'un compte rendu mot-à-mot (*verbatim*) de façon partielle, afin d'éliminer les données n'ayant pas de lien avec la recherche (Savoie-Zajc, 2021). Ensuite, le *verbatim* et les dessins ont été traités à partir d'une analyse de contenu dite classique, « en privilégiant la répétition fréquentielle des thèmes » (Bardin, 2013, p. 95). Des thèmes ont alors été élaborés à partir de ressemblances dans le contenu, permettant de classer les données par concept, pour ensuite les interpréter en décrivant l'objet d'étude et en étudiant les relations entre les éléments qui le constituent (Fortin et Gagnon, 2016; Wanlin, 2007). De plus, afin d'assurer la fiabilité du codage

(Mukamurera et al., 2006), une validation interjuges a été effectuée avec 15 % du *verbatim* et des dessins. Le pourcentage d'accord était de 85 %. En comparant les résultats obtenus lors de la collecte initiale avec ceux de la collecte finale, il est possible de déterminer les effets de l'intervention sur les représentations des enfants relatives au concept général de lumière, incluant les phénomènes d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel. L'analyse du journal de bord, quant à elle, permet d'expliquer les résultats obtenus en témoignant du contexte dans lequel se sont déroulés les apprentissages des enfants.

3. RÉSULTATS

L'analyse des données issues des dessins et des commentaires explicatifs des enfants collectées avant et après l'intervention (soit à quatre semaines d'intervalle) fournit des résultats concernant la construction des concepts scientifiques explorés.

3.1. Résultats relatifs à la lumière

Concernant le concept de lumière, cinq thèmes principaux ont émergé de l'analyse de contenu portant sur les dessins et les commentaires des enfants, avant et après l'intervention. Le Tableau 2 présente la répartition des données des participants dans ces cinq thèmes.

TABLEAU 2. Analyse des données en lien avec le concept de lumière

Thèmes en lien avec le concept de lumière	Avant l'intervention		Après l'intervention	
	N	%	N	%
Caractéristiques d'une source d'éclairage en particulier (caractéristiques spécifiques : couleur ou forme)	12	71 %	0	-
Fonctions de la lumière (éclairer, réchauffer ou permettre de voir)	10	59 %	2	12 %
Associé au Soleil	7	40 %	5	29 %
Aspects techniques associés à la lumière (interrupteur, électricité)	3	18 %	2	12 %
Propriétés de la lumière (caractéristiques générales : déplacement ou réflexion de la lumière)	0	-	15	88 %

Ces résultats démontrent d'abord que l'association de la lumière avec une source d'éclairage en particulier n'a été observée qu'avant l'intervention. La plupart des participants (71 %) décrivaient alors la lumière comme étant une lampe dans leur chambre, les tubes néon du plafond de l'école, etc. Il s'agit donc de caractéristiques concernant la forme ou la couleur d'une source

d'éclairage et non pas de la lumière elle-même en tant qu'entité indépendante de sa source. Certaines de ces représentations mises à jour avant l'intervention, que nous qualifions d'initiales, prennent alors appui sur « les apparences immédiates perceptibles » (Thouin, 2017, p. 204), amenant l'enfant à se baser sur son sens de la vue et ses expériences quotidiennes pour comprendre ce qu'est la lumière. C'est le cas également des représentations initiales concernant les aspects techniques pour obtenir de la lumière, comme la présence d'ampoule, de lampe ou d'électricité. À ce propos, Mathieu explique avant l'intervention que « ça prend une lampe pour avoir de la lumière. Ça prend ça [interrupteur], ça sert pour allumer la lumière quand on pèse dessus ». Certains participants (40 %) associent exclusivement la lumière au Soleil, alors que d'autres (59 %) font plutôt référence à ses effets, correspondant à des représentations de type finaliste, comme l'exprime Émile en affirmant que la lumière « sert à éclairer ma maison ». Ainsi, même si ces représentations initiales témoignent d'une certaine connaissance du concept de lumière, il est évident que celle-ci est incomplète avant l'intervention.

À la suite de l'intervention, une majorité de participants (88 %) ont modifié leurs représentations initiales en s'intéressant désormais aux propriétés de la lumière, ces dernières ayant fait l'objet d'expérimentations en classe. Quinze participants considèrent alors que la lumière voyage en ligne droite, tel que représenté par un trait sur leur dessin ou par la verbalisation de ce comportement. Certains vont également préciser le comportement de la lumière devant une surface de type miroir. Ce changement dans le discours et les dessins, tel qu'illustré par les dessins de Félix avant et après l'intervention à la figure 1, démontre que l'intervention amène les enfants à considérer les propriétés générales de la lumière plutôt que des caractéristiques associées à une source d'éclairage en particulier ou à se limiter à ses effets. L'intervention interdisciplinaire semble donc contribuer à la construction du concept de lumière et à sa compréhension.

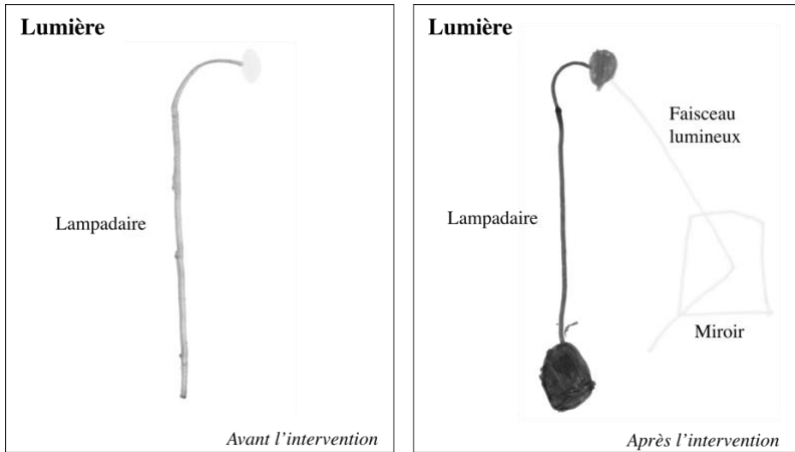


FIGURE 1. Dessins de Félix sur le concept de lumière avant et après l'intervention

3.2. Résultats relatifs aux ombres

Les expérimentations scientifiques, suivies de l'utilisation du théâtre d'ombres, semblent également avoir favorisé la construction du concept d'ombres. Le Tableau 3 présente les thèmes principaux relevés dans le discours et les dessins des participants avant et après l'intervention. Il y est question du concept général des ombres, de la présence d'une source d'éclairage et d'un obstacle, et des caractéristiques visuelles de l'ombre. Pour chacun de ces thèmes, les participants ont présenté des représentations considérées inexactes, c'est-à-dire incompatibles avec les connaissances scientifiques actuelles, et d'autres, considérées adéquates, comme indiqué dans le Tableau 3.

TABLEAU 3. Analyse des données en lien avec le phénomène d'ombres

Thèmes en lien avec le phénomène d'ombres		Avant l'intervention		Après l'intervention	
		N	%	N	%
Concept général d'ombres	Inexactes (associées à la peur ou synonyme de noirceur)	10	59 %	1	6 %
	Adéquates (présence des éléments se rapportant à la relation lumière-obstacle-ombre)	0	-	7	41 %
Présence d'une source lumineuse	Inexactes	0	-	0	-
	Adéquates (Soleil ou source artificielle)	8	47 %	15	88 %

		Avant l'intervention		Après l'intervention	
Présence d'un objet-obstacle	Inexactes	0	-	0	-
	Adéquates (marionnette, personne ou partie du corps)	8	47 %	9	53 %
Caractéristiques visuelles de l'ombre	Inexactes (couleur autre que noire, ajout d'un visage sur l'ombre)	3	18 %	1	6 %
	Adéquates (couleur noire, même forme que l'obstacle)	6	35 %	7	41 %

Il est intéressant de remarquer que les représentations inexactes sur les ombres diminuent à la suite de l'intervention, alors que les représentations adéquates augmentent. Avant l'intervention, plusieurs représentations initiales prenaient appui sur ce que Thouin (2017) nomme « la personnalité affective de l'élève » (p. 205) et son inconscient. En effet, pour dix participants, les ombres étaient associées à quelque chose d'effrayant ou étaient synonymes de noirceur. Le dessin d'Émilie avant l'intervention, présenté à la figure 2, illustre bien ce type de représentations qui tend à disparaître après l'intervention. En effet, celles-ci sont plutôt remplacées par des faits observables et la démarche utilisée en classe pour faire des ombres. Dans le cas d'Émilie qui expliquait, avant l'intervention, que « c'est épeurant les ombres parce que des fois, il y a un monstre dans l'ombre », l'enfant a modifié son discours et son dessin après l'intervention en expliquant que « ça prend une marionnette dans nos mains pour faire apparaître une ombre ».

De plus, sept participants ont également été en mesure de percevoir la relation qui existe entre la source lumineuse, l'obstacle et l'ombre à la suite de l'intervention, comme l'illustrent les propos de Charles : « Si je m'approche [de la lumière], ça fait une ombre plus grande et si je vais plus loin de la lumière, ça fait une ombre plus petite ». Sans démontrer une compréhension approfondie de cette relation, d'autres participants vont tout de même ajouter la présence indispensable d'une source lumineuse ou d'un objet-obstacle pour produire une ombre, des éléments qui étaient absents du discours et des dessins des enfants avant l'intervention, quoique nécessaires pour comprendre ce phénomène.

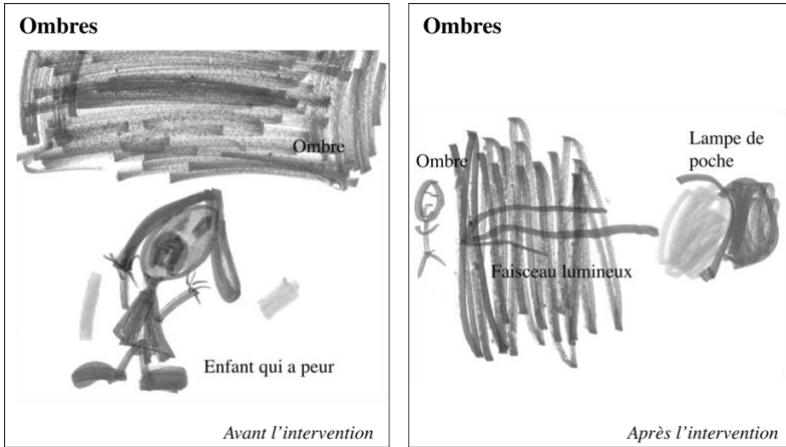


FIGURE 2. Dessins d'Émilie sur le phénomène d'ombres avant et après l'intervention

Finally, the visual characteristics associated with the phenomenon of shadows are also slightly improved as a result of the intervention, black being more often used to describe or draw the shadow. Moreover, some participants removed the face from their representation of a shadow in the drawing after the intervention, demonstrating a positive evolution of representations based on anthropomorphism.

Thus, it seems adequate to advance that the intervention was useful to improve the understanding of the phenomenon of shadows and thus contribute to the construction of this concept. In fact, the initial representations based on fear of shadows or anthropomorphism were replaced by representations more in line with science. Moreover, the representations are more complete, the perception of a relationship between the shadow and the light source and/or the shadow and the object-obstacle being observed in the discourse or the drawing of several participants as a result of the intervention.

3.3. Résultats relatifs à la réfraction

In what concerns refraction, this concept proved to be new for the whole group of participants. Thus, no drawing could be collected before the intervention. However, the drawings and the discourse of some participants as a result of the scientific experiments and the dance demonstrate that they were able to develop a first representation compatible with the concept. In fact, most participants were able to describe the phenomenon observed, without however demonstrating a comprehension of it. This can be explained by the presence of an abstract concept, in addition to the novelty of the term, two difficulties that can be associated with this phenomenon (Thouin,

2017). Le Tableau 4 présente la répartition des données issues du discours et/ou des dessins des enfants en lien avec deux thèmes principaux.

TABLEAU 4. Analyse des données en lien avec le phénomène de réfraction

Thèmes en lien avec le phénomène de réfraction	Avant l'intervention		Après l'intervention	
	N	%	N	%
Description des observations lors de l'expérimentation scientifique	0	-	16	94 %
Description du comportement de la lumière lorsqu'elle change de milieu	0	-	3	18 %

Les dessins de Zoé et Charles, à la figure 3, illustrent adéquatement la description des observations faites lors des expériences réalisées pendant l'intervention. En effet, les participants ont représenté ce phénomène en recourant à l'une ou l'autre des expérimentations scientifiques vécues en classe, soit l'expérience de la paille dans un verre d'eau qui paraissait brisée ou celle du poisson qui apparaissait en double dans l'aquarium.

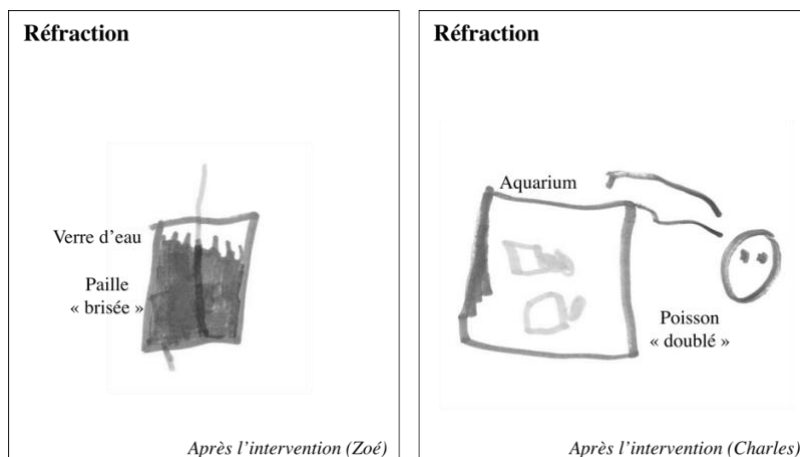


FIGURE 3. Dessins de Zoé et de Charles sur le phénomène de réfraction après l'intervention

Notre analyse nous amène également à constater que la majorité des participants a eu du mal à comprendre le principe de la réfraction en lien avec le deuxième thème (changement de milieu). En effet, seulement trois d'entre eux ont décrit adéquatement le phénomène, comme l'illustrent les propos d'Alexandre : « ça arrivait parce que la lumière changeait de direction dans

l'eau », témoignant d'une compréhension partielle. Malgré la difficulté associée au concept de réfraction, celui-ci a été utile pour documenter la façon dont se construit une notion pour laquelle les enfants n'ont aucune représentation initiale. En effet, certains participants ont réussi à acquérir une représentation de ce nouveau phénomène, qui, même sans être complète, se révèle compatible avec la science. De plus, l'apprentissage de la notion de réfraction peut faciliter la compréhension du concept suivant, soit celui de l'arc-en-ciel, puisque le phénomène de diffraction de la lumière dans une goutte d'eau y est étroitement lié.

3.4. Résultats relatifs à l'arc-en-ciel

Le dernier phénomène exploré à l'aide des sciences et de la musique est celui de l'arc-en-ciel, un phénomène familier pour l'ensemble des participants avant l'intervention. Le Tableau 5 présente la répartition des résultats en lien avec les trois thèmes principaux relevés dans le discours et les dessins des participants avant et après l'intervention. Encore une fois, ces thèmes sont caractérisés par la présence de représentations inexactes ou incomplètes, ainsi que des représentations considérées comme adéquates (présence de lumière et d'eau [ou prisme] pour sa formation, sept couleurs prédéterminées), et ce, pour chacun des thèmes répertoriés. Ainsi, il a été question de la formation de l'arc-en-ciel, autant à l'intérieur qu'à l'extérieur, et de ses caractéristiques visuelles.

TABLEAU 5. Analyse des données en lien avec le phénomène d'arc-en-ciel

Thèmes en lien avec le phénomène d'arc-en-ciel		<i>Avant l'intervention</i>		<i>Après l'intervention</i>	
		N	%	N	%
Formation à l'extérieur : Soleil et eau	Inexactes ou incomplètes	5	29 %	1	6 %
	Adéquates	12	71 %	13	76 %
Formation à l'intérieur : lampe de poche et prisme ou miroir et eau	Inexactes ou incomplètes	0	-	3	18 %
	Adéquates	0	-	9	53 %
Caractéristiques visuelles : nombre et/ou nuances des couleurs et forme	Inexactes ou incomplètes	16	94 %	3	18 %
	Adéquates	0	-	9	53 %

D'abord, il est peu surprenant de constater qu'une majorité des participants présentent une représentation initiale adéquate (71 %) en lien avec la formation d'un arc-en-ciel à l'extérieur. En effet, les enfants se basent souvent sur leur « expérience première » (Bachelard, 1960, p. 23) pour développer leurs

représentations initiales des phénomènes naturels. Ainsi, la représentation initiale des douze participants qui porte sur la présence d'eau et de lumière pour créer un arc-en-ciel s'est révélée adéquate avant l'intervention. C'est le cas de Nicolas qui précise que : « ça prend du Soleil et de la pluie et ça va donner un arc-en-ciel dans le ciel ».

En revanche, pour d'autres participants, les représentations initiales se sont révélées inexactes ou incomplètes. C'est le cas de Félix qui explique inadéquatement : « quand il fait froid et qu'il pleut, on peut voir un arc-en-ciel ». Dans le cas d'Alexandre, il s'agit plutôt d'une représentation incomplète. En effet, il considère qu' : « un arc-en-ciel, ça apparaît quand il pleut. On a besoin de pluie ». Selon Thouin (2017), ces représentations prennent appui sur « une condition nécessaire, mais non suffisante » (p. 208), puisque la présence d'eau est insuffisante pour former un arc-en-ciel. Il est intéressant de constater que la compréhension du phénomène d'arc-en-ciel a évolué à la suite de l'intervention puisque ces participants ajoutent tous la présence de lumière à leurs explications lors de la deuxième collecte de données, un élément indispensable pour comprendre le phénomène.

Par ailleurs, les expérimentations scientifiques ont enrichi la compréhension du phénomène chez neuf participants. En effet, ceux-ci ont verbalisé ou représenté la formation d'un arc-en-ciel à l'intérieur en se référant au matériel utilisé dans la classe. Ainsi, le concept d'arc-en-ciel ne se limite plus à celui observé à l'extérieur. À ce propos, la figure 4 illustre cette complexification de la compréhension du phénomène à l'aide des dessins de Louis, avant et après l'intervention.

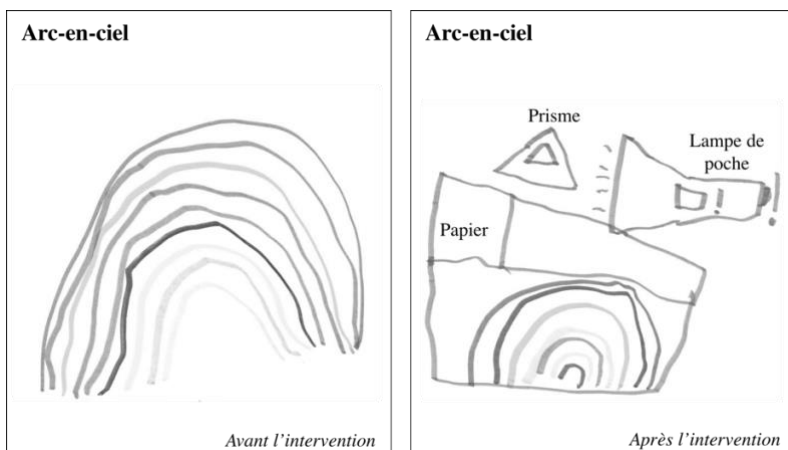


FIGURE 4. Dessins de Louis sur le phénomène de l'arc-en-ciel avant et après l'intervention

Finalement, certains participants se sont plutôt intéressés aux caractéristiques visuelles de l'arc-en-ciel, c'est-à-dire à « l'impression sensorielle » (Thouin, 2017, p. 207) par le recours au sens de la vue. Il a donc été question de la forme de l'arc-en-ciel et de sa couleur. Concernant cette dernière, avant l'intervention, la plupart des participants (94 %) se basaient sur leur goût personnel pour parler des couleurs de l'arc-en-ciel ou pour les représenter, ou sur des conceptions de type animiste, comme l'illustrent les propos de Nicolas qui précisent que « c'est le ciel qui décide » des couleurs de l'arc-en-ciel, puisque « les couleurs changent tout le temps ». Les expérimentations, dont la création d'une comptine sur l'arc-en-ciel, semblent donc avoir permis d'acquérir des connaissances relatives aux couleurs de ce dernier et, conséquemment, d'enrichir la compréhension de ce phénomène, améliorant les données adéquates en lien avec ce thème.

Ces résultats démontrent que l'intervention améliore la compréhension du phénomène d'arc-en-ciel. En effet, les explications des participants, de même que leurs dessins, sont plus complètes et la présence d'éléments inexacts diminue après les activités interdisciplinaires, qui semblent donc contribuer à la construction du concept chez les participants.

4. DISCUSSION

Les résultats tendent à démontrer que l'intervention basée sur l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts s'avère efficace pour améliorer la compréhension du concept de lumière et des phénomènes associés : les ombres, la réfraction et l'arc-en-ciel. Ainsi, la construction de ces concepts semble favorisée par une telle intervention, étant donné que les éléments inexacts diminuent du discours et des dessins des enfants et que les explications des participants sont plus complètes après l'intervention. En effectuant un survol de la documentation scientifique antérieure, il s'avère que les résultats obtenus dans notre étude trouvent écho dans d'autres recherches s'étant déroulées à l'éducation préscolaire en lien avec le concept de lumière ou celui des ombres.

C'est le cas de l'étude réalisée par Impedovo et al. (2017), qui a démontré que les activités scientifiques facilitent la construction du concept d'ombres. De même, l'intervention proposée par Valanides et al. (2013), alternant le dessin commenté et l'expérimentation scientifique, démontre une évolution des représentations sur les ombres, celles-ci allant au-delà des connaissances déclaratives. L'étude réalisée par Gallegos-Cázares et al. (2009), quant à elle, porte également sur les concepts d'ombres et de lumière et leur construction à l'aide d'activités scientifiques et arrive à des résultats similaires. Selon ces auteurs, la compréhension de ces concepts augmente chez les enfants de trois à six ans après une intervention de nature scientifique, qui consiste en différentes activités semi-ouvertes portant sur le même phénomène, réalisées dans plusieurs contextes. Les explications relatives aux concepts explorés sont

alors davantage explicites et plus complexes. Pour notre part, il s'agit plutôt des arts qui ont permis d'explorer les phénomènes dans de nouveaux contextes, conduisant également à une amélioration de leur compréhension.

Afin d'analyser davantage l'apport des arts sur les bénéfices obtenus grâce aux activités scientifiques, il apparaît nécessaire de contextualiser les résultats à l'aide des données colligées dans le journal de bord de la chercheuse et de les confronter aux études antérieures s'étant intéressées à l'interdisciplinarité à l'éducation préscolaire.

Ainsi, une étude basée sur le programme ScienceStart! démontre que l'exploration des sciences en contexte interdisciplinaire, notamment avec les arts, permet aux enfants de niveau préscolaire d'acquérir des connaissances scientifiques et de développer un vocabulaire facilitant le transfert de ces connaissances dans d'autres contextes (Conezio et French, 2002). Dans notre étude, ceci a pu être observé lors de la pièce de théâtre d'ombres, au cours de laquelle les enfants ont transféré les connaissances construites durant les expérimentations scientifiques pour créer l'ombre sur l'écran. Le fait d'ajouter la contrainte de l'ombre géante amenait la majorité des participants à prendre conscience du positionnement de la source de la lumière et de l'objet-obstacle pour faire une ombre sur un écran et de son effet sur la grosseur de l'ombre créée. De même, la réalisation d'un collage mettant en scène le déplacement de la lumière en présence d'une source lumineuse et d'un miroir pour éclairer une taupe au fond de son terrier permettait aux enfants de transférer les connaissances acquises durant l'expérimentation scientifique et de représenter leur compréhension du comportement de la lumière, soit son déplacement en ligne droite, de manière symbolique. Par conséquent, il semble que les arts plastiques contribuent à améliorer la compréhension de ce phénomène. Pour sa part, la création d'une musique sur l'arc-en-ciel semble plutôt avoir facilité la verbalisation du phénomène. En effet, certains participants ont choisi de modifier les paroles d'une comptine connue afin d'expliquer sa formation en chanson.

De façon plus spécifique à l'art dramatique, l'étude réalisée par Christidou et al. (2009) amenait des enfants de maternelle à explorer le concept du magnétisme à l'aide des sciences et de l'art dramatique. Selon les auteurs, le recours à cette discipline améliore les apprentissages liés au concept de magnétisme grâce à l'exploitation du corps pour représenter symboliquement le concept, et ce, de manière personnalisée. Dans notre étude, la danse de la réfraction créée par les enfants s'apparente à l'expérience vécue par les participants de l'étude susmentionnée, la danse leur ayant également permis de représenter symboliquement et de manière personnalisée ce concept abstrait à l'aide de leur corps. D'ailleurs, les résultats de notre expérimentation vont dans le même sens, puisque quelques participants ont été en mesure d'expliquer certaines caractéristiques propres à ce phénomène, à savoir que la lumière

change de direction lorsqu'elle change de milieu, en se remémorant leur danse de la réfraction.

Finalement, l'apport de la représentation symbolique pour comprendre un phénomène scientifique, comme démontré par Christidou et al. (2009), a également été observé dans notre étude en lien avec la musique et le phénomène d'arc-en-ciel. En effet, la musique permettait à certains participants de représenter ce phénomène de manière symbolique, par l'utilisation de différents instruments pour illustrer la présence de lumière (p. ex. : tambour), de pluie (p. ex. : clochettes) ou encore en jouant les sept notes sur un piano pour représenter les sept couleurs de l'arc-en-ciel.

5. CONCLUSION

Qualifiée d'exploratoire, notre étude permet de répondre à la question de recherche, à savoir « Quels sont les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur les représentations associées au concept général de lumière, incluant les phénomènes d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel auprès d'enfants d'une classe de maternelle cinq ans? ». L'intervention utilisée dans cette étude a suscité, dans la majorité des cas, une meilleure compréhension du concept de lumière et des phénomènes associés, ce qui a contribué à faire évoluer positivement les représentations de plusieurs participants et, par conséquent, a favorisé la construction de ces concepts scientifiques.

5.1. *Retombées professionnelles*

Alors que certains enseignants à l'éducation préscolaire ressentent un manque de confiance pour explorer le domaine des sciences avec les enfants (St-Jean et al., 2019), il apparaît important de les former et de les outiller en lien avec ce domaine. Cette étude répond à ce besoin en proposant une nouvelle façon d'explorer les sciences, nos résultats nous amenant à recommander le recours aux activités interdisciplinaires avec les arts pour initier les enfants à différents concepts scientifiques.

Plus spécifiquement, nous recommandons d'effectuer plusieurs activités d'exploration en lien avec un même thème scientifique. La séquence utilisée dans notre intervention a permis aux enfants de s'intéresser au concept de lumière à quatre reprises, en les amenant à réutiliser les connaissances antérieures dans chacune des nouvelles activités proposées. Une telle séquence semble importante pour la consolidation des apprentissages en lien avec le concept scientifique choisi. De plus, nous recommandons d'explorer un même phénomène d'un point de vue scientifique, puis de viser un transfert de ces nouvelles connaissances dans un contexte artistique. L'activité choisie à cet effet devrait permettre aux enfants d'exprimer leur compréhension du concept par des mots (p. ex. : chanson ou théâtre) ou de façon symbolique à l'aide de

leur corps (p. ex. : danse ou théâtre), de la représentation picturale (p. ex. : arts plastiques) ou de la musique. Sans être exhaustifs, ces éléments semblent être des conditions essentielles à mettre en œuvre pour susciter les bénéfices observés dans notre étude.

5.2. Limites de la recherche

Cependant, il convient de préciser que, malgré les résultats positifs observés, certaines limites viennent nuancer nos résultats, tout en fournissant des pistes de recherche subséquentes. Une des principales limites de notre recherche concerne la méthodologie utilisée, de sorte qu'il est difficile de déterminer si les effets obtenus sont imputables aux expérimentations scientifiques, aux expérimentations artistiques ou à la combinaison des deux. Alors que cette étude avait une intention exploratoire, justifiée par le peu de documentation scientifique existant sur la question, il serait désormais intéressant de réaliser une étude quantitative à plus long terme, dans laquelle la présence d'un groupe témoin soumis aux expérimentations scientifiques seulement permettrait de comparer les résultats et de mesurer l'effet de chacune de ces interventions sur la construction de concepts scientifiques.

Une seconde limite de notre étude concerne le recours à des histoires de fiction pour contextualiser les expérimentations. Il serait pertinent de s'assurer que les histoires de fiction n'entraînent pas de conceptions inadéquates en lien avec les concepts explorés. Par exemple, une des histoires utilisées était celle du Gruffalo, dans laquelle une petite souris fait une ombre géante d'elle-même pour faire peur au monstre. Un tel scénario pourrait amplifier les représentations basées sur l'aspect émotif, comme observé relativement à la peur des ombres. De ce fait, il convient d'anticiper les effets non souhaités que peuvent entraîner les histoires de fiction sur les représentations.

Notre étude avait pour intention de mieux comprendre les effets d'une approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur la construction de concepts scientifiques d'enfants de maternelle cinq ans, alors que trop peu de documentation scientifique existe sur cette question. Elle a permis de mettre en évidence certains bénéfices associés à cette approche sur les représentations des enfants et la compréhension de phénomènes scientifiques, ce qui appuie son utilisation dans une classe de maternelle cinq ans. Les sciences et les arts étant des domaines d'apprentissage riches sur le plan du développement cognitif, des études supplémentaires seraient nécessaires pour documenter les autres effets de cette approche sur le développement de l'enfant.

NOTES

1. Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematic (c'est-à-dire Sciences, technologie, ingénierie, arts et mathématiques)
2. www.sciencestart.com

RÉFÉRENCES

- Allard, É. (2020). L'exploration du domaine des sciences et de la technologie au préscolaire. Dans I. Deshaies et J.-M. Miron (dir.), *Tisserands d'enfance. Le développement de l'enfant de 4 et 5 ans*. (p. 143-190). JFD Éditions.
- Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (2008). *Mots-clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies*. De Boeck Université.
- Bachelard, G. (1960). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* (4^e éd.). Vrin.
- Bardin, L. (2013). *L'analyse de contenu* (2^e éd.). Presses universitaires de France.
- Baribeau, C. (2005). L'instrumentation dans la collecte de données. Le journal de bord du chercheur. *Recherches qualitatives. Hors Série* (2), 98-114.
- Boutin, G. (2018). *L'entretien de recherche qualitatif* (2^e éd.). Presses de l'Université du Québec.
- Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., García-Wehrle, P. et Morales-Blake, A. R. (2010). Precursor models construction at preschool education: an approach to improve scientific education in the classroom. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 4(1), 41-76. <https://doi.org/10.26220/rev.134>
- Chang, N. (2012a). The role of drawing in young children's construction of science concepts. *Early Childhood Education Journal*, 40(3), 187-193. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0511-3>
- Chang, N. (2012b). What are the roles that children's drawings play in inquiry of science concepts? *Early Child Development and Care*, 182(5), 621-637. <https://doi.org/10.1080/03004430.2011.569542>
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire*. Éditions Flammarion.
- Chen, S. M. (2009). Shadows: Young Taiwanese children's views and understanding. *International Journal of Science Education*, 31(1), 59-79. <https://doi.org/10.1080/09500690701633145>
- Christidou, V., Kazela, K., Kakana, D. et Valakosta, M. (2009). Teaching magnetic attraction to preschool children: A comparison of different approaches. *International Journal of Learning*, 16(2), 115-128. <https://doi.org/10.18848/1447-9494/CGP/v16i02/46130>
- Conezio, K. et French, L. (2002). Science in the preschool classroom: Capitalizing on children's fascination with the Everyday World to Foster Language and Literacy Development. *Young Children*, 57(5), 12-18.
- Coquidé-Cantor, M. et Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique à l'École Maternelle*. Delagrave Édition.
- Delserieys, A., Jégou, C., Boilevin, J. M. et Ravanis, K. (2018). Precursor model and preschool science learning about shadows formation. *Research in Science & Technological Education*, 36(2), 147-164. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1353960>
- Dogru, M. et Seker, F. (2012). The effect of science activities on concept acquisition of age 5-6 children groups. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(4), 3011-3024.
- Donaldson, J. et Scheffler, A. (2021). *Petit Griffalo*. Gallimard.
- Eshach, H. et Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of science education and technology*, 14(3), 315-336. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Fortin, M.-F. et Gagnon J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives*. Chenelière Éducation.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004>
- Gallegos-Cázares, L., Flores-Camacho, F. et Calderón-Canales, E. (2009). Preschool science learning: The construction of representations and explanations about color, shadows, light and

images. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 49-73. <https://doi.org/10.26220/rev.121>

Gershon, W. S. et Oded, B.-H. (2014). Deepening inquiry: What processes of making music can teach us about creativity and ontology for inquiry-based science education. *International Journal of Education & the Arts*, 15(19), 1-37.

Herakleioti, E. et Pantidos, P. (2016). The contribution of the human body in young children's explanations about shadow formation. *Research in Science Education*, 46(1), 21-42. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9458-2>

Hsu, C.Y., Tsai, C. C. et Liang, J.C. (2011). Facilitating preschoolers' scientific knowledge construction via computer games regarding light and shadow: The effect of the prediction-observation-explanation (POE) strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 482-493. <https://www.jstor.org/stable/41499417>

Impedovo, M.A., Delsériey-Pedregosa, A., Jégou C. et Ravanis K. (2017). Shadow formation at preschool from a socio-materiality perspective. *Research in Science Education*, 47(3), 579-601. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9518-x>

Johsua, S. et Dupin, J.-J. (2003). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Presses universitaires de France.

Katz-Buonincontro, J. (2018). Gathering STE(A)M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review: STEAM Focus, *Arts Education Policy Review*, 119(2), 73-76. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1407979>

Kolokouri, E. et Plakitsi, K. (2016). A CHAT approach of light and colors in science teaching for the early grades. *World Journal of Education*, 6(4), 1-13. doi:10.5430/wje.v6n4p1

Ledrapier, C. (2010). Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle : quels rapports avec les sciences ? RDST. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (2), 79-102. <https://doi.org/biblioproxy.uqtr.ca/10.4000/rdst.291>

Ministère de l'Éducation [MÉQ]. (2023). *Programme cycle de l'éducation préscolaire*. Gouvernement du Québec.

Mukamurera, J., Lacourse, F. et Couturier, Y. (2006). Des avancées en analyse qualitative : pour une transparence et une systématisation des pratiques. *Recherches qualitatives*, 26 (1), 110-138. <https://doi.org/10.7202/1085400ar>

Ntalakoura, V. et Ravanis, K. (2014). Changing preschool children's representations of light: A scratch based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13(2), 191-200.

Phillips, D. R., Gorton, L. R., Pinciotti, P. et Sachdew, A. (2010). Promising findings on preschoolers' emergent literacy and school readiness in arts-integrated early childhood settings. *Early Childhood Educ J*, 38, 111-122. <https://doi.org/10.1007/s10643-010-0397-x>

Poldberg, M. M., Trainin, G. et Andrzejczak, N. (2013). Rocking your writing program: Integration of visual art, language arts, & science. *Journal for learning through the arts*, 9(1), 1-20.

Potvin, P. (2017). The coexistence claim and its possible implications for success in teaching for conceptual « change ». *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 55-66. <https://doi.org/10.30935/scimarh/9497>

Ravanis, K. (1996). Stratégies d'interventions didactiques pour l'initiation des enfants de l'école maternelle en sciences physiques. *Spirale*, 17 (161-176).

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., Christidou, V. et Hatzinikita, V. (2013). Enhancing conceptual change in preschool children's representations of light: A sociocognitive approach. *Research in Science Education*, 43(6), 2257-2276. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9356-z>

- Riley, S. M. (2015). Is STEAM the next supermodel? *SchoolsArts*, 115(1), 8.
- Rinne, L., Gregory, E., Yarmolinskaya, J. et Hardiman, M. (2011). Why arts integration improves long-term retention of content. *Mind, Brain and Education*, 5(2), 89-96. DOI:[10.1111/j.1751-228X.2011.01114.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2011.01114.x)
- Savoie-Zajc, L. (2018). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation. Étapes et approches*. (4^e édition revue et mise à jour, p. 191-217). Presses de l'Université de Montréal.
- Savoie-Zajc, L. (2021). L'entrevue semi-dirigée. Dans I. Bourgeois (dir.), *Recherche sociale. De la problématique à la collecte de données* (7^e éd., p. 273-296). Presses de l'Université du Québec.
- Simpson Steele, J., Fulton, L. et Fanning, L. (2016). Dancing with STEAM: Creative movement generates electricity for young learners. *Journal of Dance Education*, 16(3), 112-117. <https://doi.org/10.1080/15290824.2016.1175570>
- St-Jean, C., April, J., Robert-Mazaye, C., Lanaris, C. et Turcotte, S. (2019). La qualité des interactions enseignante-enfants au regard de l'éveil scientifique à l'éducation préscolaire. *Revue canadienne des jeunes chercheuses et chercheurs en éducation*, 10(1), 61-70.
- Thouin, M. (2017). *Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire* (3^e éd.). Éditions Multimondes.
- Valanides, N., Efthymiou, I. et Angeli, C. (2013). Interplay of internal and external representations: Students' drawings and textual explanations about shadow phenomena. *Journal of Visual Literacy*, 32(2), 67-84. <https://doi.org/10.1080/23796529.2013.11674710>
- Wanlin, P. (2007). L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une comparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels. *Recherches qualitatives*, 3, 243-272.
- Winner, E., Goldstein, T. R. et Vincent-Lancrin, S. (2014). *L'art pour l'art ? L'impact d'une éducation artistique*. *La recherche et l'innovation dans l'enseignement*. Éditions OCDE.
- Yayo (1998). *Le Chasseur d'arc-en-ciel*. Éditions les 400 coups.

ÉDITH ALLARD, docteure en psychopédagogie, est actuellement conseillère pédagogique à l'éducation préscolaire au Centre de services scolaire de l'Énergie. Elle est également chargée de cours à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) et superviseure de stage à l'Université Laval. Ses études supérieures l'ont amenée à s'intéresser aux approches pédagogiques et aux pratiques enseignantes permettant de soutenir le développement cognitif des enfants à l'éducation préscolaire, particulièrement en lien avec la pensée scientifique des enfants. edith.allard@uqtr.ca

GHISLAIN SAMSON est titulaire d'un doctorat en didactique des sciences au secondaire. Actuellement, il est recteur à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Spécialiste de la didactique des sciences et de la technologie, il s'intéresse également aux questions relatives au curriculum scolaire, à l'interdisciplinarité et à l'éducation relative à l'environnement. Outre ses recherches en éducation scientifique, il travaille aussi sur différents enjeux liés au numérique. Ghislain_Samson@uqac.ca

ÉDITH ALLARD holds a doctoral degree in educational psychology. She currently works as a preschool educational consultant at the Énergie School Board. She is also a lecturer at Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) and at Université Laval. Her research interests concern pedagogical approaches and teaching practices that support the cognitive development of preschool children, particularly their scientific thinking. edith.allard@uqtr.ca

GHISLAIN SAMSON holds a PhD in secondary school education. Currently, he is rector at the Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). A specialist in science and technology didactics, he is also interested in issues relating to the school curriculum, interdisciplinarity, and environmental education. In addition to his research in science education, he also works on various issues related to digital technology.
Ghislain_Samson@uqac.ca