

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR
ÉDITH ALLARD

L'INTERDISCIPLINARITÉ EN SCIENCES ET EN ARTS
À L'ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE : EFFETS SUR LE DÉVELOPPEMENT
COGNITIF DES ENFANTS

MAI 2018

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

SOMMAIRE

L'éducation préscolaire s'avère déterminante dans la scolarité des apprenants, allant jusqu'à entraîner des répercussions dans leur vie d'adulte. Il importe donc de recourir à des approches pédagogiques et didactiques efficaces qui soutiennent le développement global de l'enfant, dont son développement cognitif. L'interdisciplinarité est une approche qui démontre des effets positifs sur le développement cognitif et les apprentissages des élèves du primaire. Cependant, cette approche a été peu étudiée au niveau préscolaire jusqu'à maintenant, surtout en ce qui a trait à l'interdisciplinarité avec les sciences et les arts, deux disciplines appartenant à des domaines d'apprentissage à explorer à la maternelle.

L'étude proposée dans ce mémoire, de nature qualitative exploratoire et descriptive, s'intéresse donc à cette approche, en explorant ses effets sur le développement cognitif auprès d'une classe de maternelle de la région de Trois-Rivières. Pour ce faire, trois manifestations observables du développement cognitif sont ciblées : les conceptions liées à des concepts scientifiques, les habiletés de résolution de problèmes et la créativité. L'échantillon utilisé pour étudier la première manifestation, soit les conceptions, consiste en dix-sept participants ($n = 17$), c'est-à-dire l'ensemble de la classe, et l'échantillon utilisé pour étudier les deux autres manifestations (résolution de problèmes et créativité) consiste en six participants choisis parmi les enfants de la classe ($n = 6$). Le dessin, l'entretien semi-dirigé, l'observation participante et le journal de bord constituent les outils de collecte de données employés pour explorer les effets de l'approche

interdisciplinaire en sciences et en arts à la suite de quatre activités d'enseignement interdisciplinaire réalisées en classe. Ces activités consistent en l'exploration de la lumière avec les arts plastiques, les ombres avec l'art dramatique, la réfraction avec la danse et l'arc-en-ciel avec la musique.

Les résultats de cette étude tendent à démontrer que l'approche interdisciplinaire utilisée dans cette classe de maternelle s'est avérée utile pour soutenir le développement cognitif des enfants de cinq à six ans. En effet, les apprentissages réalisés par les participants durant les quatre activités interdisciplinaires animées en classe par l'étudiante-chercheuse semblent avoir entraîné des changements conceptuels positifs en ce qui a trait aux concepts scientifiques explorés. De plus, il apparaît que l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts ait encouragé le développement d'habiletés de résolution de problèmes et soutenu la créativité des élèves de cette classe de maternelle.

Mots-clés : Interdisciplinarité, STEAM, sciences, arts, maternelle, éducation préscolaire, développement cognitif, conceptions, créativité, résolution de problèmes

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	II
TABLE DES MATIÈRES	IV
LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES ACRONYMES	IX
REMERCIEMENTS	X
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE	4
1.1. ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE DANS NOTRE SOCIÉTÉ	6
1.2. ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE DANS LA RECHERCHE	8
1.2.1. EFFETS DE L'ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE SUR LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF	8
1.2.2. APPROCHES PÉDAGOGIQUES À L'ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE	10
1.3. QUESTION DE RECHERCHE	24
CHAPITRE 2 CADRE DE RÉFÉRENCE	25
2.1. DÉVELOPPEMENT COGNITIF DE L'ENFANT DE MATERNELLE	26
2.1.1. PARTICULARITÉS DU DÉVELOPPEMENT COGNITIF DES ENFANTS À LA MATERNELLE	28
2.1.2. MANIFESTATIONS OBSERVABLES DU DÉVELOPPEMENT COGNITIF DES ENFANTS À LA MATERNELLE	29
2.2. DOMAINES D'APPRENTISSAGE SOUTENANT LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF	41

2.2.1. DÉFINITION DE LA DISCIPLINE SCIENCES	41
2.2.2. DÉFINITION DE LA DISCIPLINE ARTS	43
2.3. INTERDISCIPLINARITÉ	52
2.3.1. INTERDISCIPLINARITÉ AU SENS LARGE ET STRICT	53
2.3.2. INTERDISCIPLINARITÉ AVEC LES ARTS	54
2.3.3. CHOIX THÉORIQUE DANS LE CADRE DE CETTE RECHERCHE	55
2.3.4. OBJECTIFS DE RECHERCHE	56
 CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE	 57
3.1. CHOIX MÉTHODOLOGIQUES	58
3.2. DÉONTOLOGIE	59
3.3. COLLECTE DE DONNÉES.....	59
3.3.1. ÉCHANTILLON.....	60
3.3.2. OUTILS DE COLLECTE DE DONNÉES	61
3.4. PROCÉDURE	68
3.5. MÉTHODES D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT.....	71
 CHAPITRE 4 RÉSULTATS.....	 74
4.1. RÉSULTATS PORTANT SUR LES CONCEPTIONS	75
4.1.1. TRAITEMENT DES DONNÉES SUR LA LUMIÈRE	76
4.1.2. TRAITEMENT DES DONNÉES SUR LES OMBRES	80
4.1.3. TRAITEMENT DES DONNÉES SUR LA RÉFRACTION	85
4.1.4. TRAITEMENT DES DONNÉES SUR L'ARC-EN-CIEL	87
4.2. RÉSULTATS PORTANT SUR LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES ET LA CRÉATIVITÉ .	94
4.2.1. TRAITEMENT DES DONNÉES SUR LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES.....	94
4.2.2. TRAITEMENT DES DONNÉES SUR LA CRÉATIVITÉ	103

CHAPITRE 5 DISCUSSION ET CONCLUSION.....	112
5.1. DISCUSSION DES RÉSULTATS.....	113
5.1.1. DISCUSSION DES RÉSULTATS SUR LES CONCEPTIONS.....	113
5.1.2. DISCUSSION DES RÉSULTATS SUR LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES.....	119
5.1.3. DISCUSSION DES RÉSULTATS SUR LA CRÉATIVITÉ.....	122
5.2. CONCLUSION.....	126
5.2.1. LIMITES.....	127
5.2.2. RECOMMANDATIONS SUR LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF À L'ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE	130
RÉFÉRENCES.....	133
APPENDICE A	147
APPENDICE B.....	149
APPENDICE C	154
APPENDICE D	157
APPENDICE E.....	160
APPENDICE F	162
APPENDICE G	170

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Exemples d'activités intégrant les sciences et les arts dans la documentation professionnelle	22
Tableau 2. Comportements du jeune enfant manifestant de la créativité	34
Tableau 3. Types de collaboration se rapportant au concept de l'interdisciplinarité au sens large.....	53
Tableau 4. Caractéristiques des participants du sous-échantillon.....	62
Tableau 5. Déroulement de l'intervention en classe	69
Tableau 6. Analyse des données provenant des dessins et des explications des enfants sur ceux-ci en lien avec le concept de lumière.....	80
Tableau 7. Analyse des données provenant des dessins et des explications des enfants sur ceux-ci en lien avec le concept d'ombres.....	84
Tableau 8. Analyse des données provenant des dessins et des explications des enfants en lien avec le concept d'arc-en-ciel.....	93
Tableau 9. Problèmes à résoudre lors des activités d'enseignement interdisciplinaire ..	95

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte conceptuelle du cadre de référence	27
Figure 2. Démarche scientifique à l'éducation préscolaire	44
Figure 3. Démarche de création utilisée dans le domaine des arts.....	45
Figure 4. Dessins de Félix sur le concept de lumière avant et après l'intervention	79
Figure 5. Dessins de Rachel sur le concept d'ombres avant et après l'intervention	83
Figure 6. Dessins de Zoé et de Charles sur le concept de réfraction après l'intervention	86
Figure 7. Dessins de Louis sur le concept de l'arc-en-ciel avant et après l'intervention	90
Figure 8. Dessins d'Émilie sur le concept de l'arc-en-ciel avant et après l'intervention	90

LISTE DES ACRONYMES

CIR	Connaissances issues de la recherche
CRSH	Conseil de recherches en sciences humaines du Canada
MEES	Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur
MELS	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
PASELA	Promoting and Supporting Early Literacy through the Arts
PICO-ma	Picture book and Concept development in mathematics
PFEQ	Programme de formation de l'école québécoise
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier monsieur Ghislain Samson, mon directeur de recherche, pour son soutien, ses précieux conseils et son enthousiasme pour mon projet. Je remercie madame Odette Larouche pour la relecture de mon mémoire, de même que la conseillère pédagogique à l'éducation préscolaire de ma commission scolaire pour ses commentaires sur les documents que j'ai conçus pour ce projet. Je remercie également le Département des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Trois-Rivières et le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH) pour les bourses dont j'ai bénéficié lors de mes études au premier et deuxième cycle qui ont facilité la réalisation de ma maîtrise. Aussi, j'aimerais remercier l'enseignante et les enfants de la classe de maternelle qui m'ont accueillie dans leur classe et qui ont participé activement à mon projet. Finalement, merci à mon conjoint Pascal et à mes trois filles : Emmanuelle, Élisabeth et Sara.

INTRODUCTION

Les jeunes enfants ont la capacité de s'émerveiller de tout ce qui les entoure. Cette curiosité innée envers des sujets scientifiques variés et leur enthousiasme devant les activités proposées par leurs enseignants m'ont donné envie de réaliser une recherche auprès des enfants de maternelle. Le présent mémoire s'inscrit alors dans une démarche de perfectionnement professionnel dont le but premier est d'accroître mes compétences en tant qu'enseignante à l'éducation préscolaire. Toutefois, il m'est rapidement apparu que la documentation scientifique s'intéressant au développement cognitif des enfants de maternelle était limitée. Ce mémoire vise donc également à contribuer à la production de connaissances issues de la recherche (CIR) sur les approches pédagogiques et didactiques¹ efficaces pour soutenir le développement cognitif des enfants de cinq et six ans. De façon plus spécifique, mon projet de maîtrise s'intéresse à l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts pour soutenir le développement cognitif des enfants, en explorant ses effets sur l'évolution des conceptions relatives à des concepts scientifiques, les habiletés de résolution de problèmes des enfants et leur créativité.

Ce mémoire comporte cinq chapitres. Le premier chapitre traite de la problématique liée à mon projet de recherche. Il y est d'abord question de l'éducation

¹ Étant donné que la pédagogie et la didactique sont intimement liées et qu'elles ont les mêmes visées, c'est-à-dire de comprendre la façon dont les élèves apprennent et comment faciliter leur apprentissage (Ruano-Borbalan, 2008), le terme « approche pédagogique » est celui utilisé dans ce mémoire. Ce terme, prenant appui sur les écrits d'Audet (1994), réfère autant aux approches pédagogiques que didactiques, ces dernières représentant une partie spécifique de la pédagogie; la pédagogie étant plus générale et transversale.

préscolaire dans notre société, qui est valorisée par les Québécois et reconnue par notre gouvernement. Ensuite, l'éducation préscolaire au regard de la documentation scientifique est abordée, supportant l'importance des interventions précoces pour soutenir le développement cognitif des enfants. Le deuxième chapitre fournit le cadre de référence de cette étude. Le développement cognitif des enfants y est abordé, de même que les disciplines sciences et arts et le concept d'interdisciplinarité. Ce chapitre est suivi par la méthodologie utilisée pour effectuer cette recherche; ce troisième chapitre précise alors l'échantillon sélectionné, les outils de collecte de données et les méthodes d'analyse retenues. Ensuite, le quatrième chapitre présente les différents résultats de la recherche, à savoir les conceptions des enfants, les habiletés de résolution de problèmes et la créativité. Finalement, le cinquième chapitre propose une discussion relativement aux résultats obtenus et conclue en présentant d'abord les limites de l'étude, puis en énonçant quelques recommandations aux enseignants² à l'éducation préscolaire.

² À noter, dans ce mémoire, le masculin est retenu dans un souci d'en faciliter la lecture, même s'il y a davantage d'enseignantes à l'éducation préscolaire au Québec.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE

Depuis quelques années, la société québécoise préconise les interventions précoces auprès des enfants pour soutenir leur développement global (Institut de la statistique du Québec, 2015), et ce, dans l'optique de faciliter leur insertion scolaire. De façon plus spécifique, le développement cognitif des enfants de la maternelle constitue un aspect important de l'éducation préscolaire, soutenu par l'exploration de divers domaines d'apprentissage, dans lesquels se retrouvent les disciplines sciences et arts (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2006).

Dans ce chapitre, il est d'abord question des valeurs de la société québécoise, reflétées par les actions du gouvernement québécois actuel, qui soutiennent la pertinence sociale de ce projet de recherche. Par la suite, les résultats issus de la recherche concernant les effets des apprentissages réalisés au niveau préscolaire sont présentés. S'ensuit une discussion portant sur les différentes approches pédagogiques à privilégier à la maternelle, en s'intéressant particulièrement à l'une d'entre elles : l'interdisciplinarité. Ses effets au primaire et au secondaire sont alors exposés, avant de se concentrer sur les études portant sur l'interdisciplinarité à la maternelle. De ceci découle la présentation du récent mouvement de recherche STEAM³ et des retombées de l'intégration des arts aux disciplines scientifiques. L'analyse de ces différentes données issues de la recherche permet alors d'appuyer la pertinence scientifique de ce projet. Ces éléments discutés, la question de recherche est finalement énoncée.

³ Le sigle STEAM signifie Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematic

1.1. Éducation préscolaire dans notre société

Au Québec, l'éducation de la petite enfance, c'est-à-dire des enfants de moins de six ans, occupe une place importante dans les valeurs des citoyens comme dans celles des politiciens. En effet, les Québécois considèrent que le développement global des enfants constitue un facteur de réussite éducative ultérieure (Conseil canadien sur l'apprentissage, 2007; Institut de la statistique du Québec, 2015), tout comme le gouvernement du Québec reconnaît la nécessité d'intervenir tôt dans la petite enfance. De ce fait, en 1997, le Gouvernement a instauré la création de classes de maternelle cinq ans à temps plein et, en 2013, la création de classes de maternelle quatre ans à temps plein dans certains milieux défavorisés. En juin 2017, l'importance accordée à l'éducation préscolaire a été réitérée par le gouvernement du Québec, alors que l'intervention précoce constitue une orientation de sa politique de la réussite éducative, se traduisant, entre autres, par l'ouverture de nouvelles classes de maternelle quatre ans à temps plein (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2017). À ce propos, le ministre de l'Éducation Sébastien Proulx déclarait, dans un communiqué de presse,

nous croyons qu'agir tôt permet aux enfants de se développer à tous les points de vue, faisant en sorte qu'ils croient en leurs capacités dès le début de leur cheminement scolaire, ce qui les aide à conserver le goût d'apprendre tout au long de leur parcours (MEES, 2016)

Toutefois, pour assurer l'efficacité des interventions précoces effectuées auprès des jeunes enfants, les approches pédagogiques utilisées, en plus d'être conformes au programme de formation actuel, se doivent d'être efficaces et basées sur des CIR.

Présentement, l'éducation préscolaire a un triple mandat. Elle vise à :

faire de la maternelle un rite de passage qui donne le goût de l'école; favoriser le développement global de l'enfant en le motivant à exploiter l'ensemble de ses potentialités; et jeter les bases de la scolarisation, notamment sur le plan social et cognitif, qui l'inciteront à continuer à apprendre tout au long de sa vie (MELS, 2006, p. 52)

Le développement global est alors assuré par le développement de toutes les sphères du développement de l'enfant : la dimension cognitive, langagière, psychomotrice, affective et sociale. Puisque la dimension cognitive du développement global représente souvent un aspect privilégié dans les systèmes d'éducation en général (Giguere, 2011), cette dernière constitue le point central de cette recherche. Dans le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ), le développement cognitif de l'enfant de cinq ans est assuré principalement par la cinquième compétence qui l'amène à s'initier à différents domaines d'apprentissage, correspondant à quatre disciplines du primaire : la mathématique, la science et technologie⁴, l'univers social et les arts afin qu'il développe sa compréhension du monde (MELS, 2006).

Par ailleurs, comme le mentionne en entrevue madame Caroline Bouchard, professeure spécialisée à l'éducation préscolaire à l'Université Laval, les enseignants de maternelle formés au Québec ne bénéficient que de six à neuf crédits de leur formation

⁴ Dans le cadre de ce projet, l'appellation « sciences » est celle retenue au détriment de « science et technologie » comme il est utilisé dans le PFEQ. Bien que la terminologie diffère, la discipline proposée est la même. Cette décision s'appuie sur le fait que ce projet s'intéresse exclusivement à des concepts scientifiques (et non technologiques) et que l'ajout du « s » réfère aux différentes sphères de l'activité scientifique, comme proposé par Thouin (2017) : chimie, physique, astronomie, géologie, météorologie et biologie.

initiale en lien direct avec l'éducation préscolaire (Guéricolas, 2013). Les approches pédagogiques à privilégier auprès de ces enfants constituent donc un intérêt majeur pour les enseignants de maternelle et pour le gouvernement du Québec qui investit dans les écoles pour l'éducation des enfants de quatre et cinq ans, ce qui soutient la pertinence de réaliser une recherche en pédagogie qui porte sur l'éducation préscolaire.

1.2. Éducation préscolaire dans la recherche

Alors que l'éducation préscolaire est reconnue et valorisée dans notre société, il convient désormais de s'intéresser aux CIR qui concernent le niveau préscolaire. Les recherches effectuées relativement à ce niveau scolaire au cours des dernières années ont fourni plusieurs données concernant les effets de l'éducation préscolaire et de la fréquentation de la maternelle sur le développement cognitif des enfants. Ces recherches proposent également différentes pistes d'intervention pédagogique pour soutenir le développement cognitif des jeunes apprenants.

1.2.1. Effets de l'éducation préscolaire sur le développement cognitif

Il est reconnu que les expériences vécues et les apprentissages réalisés en bas âge ont un impact considérable sur la réussite éducative ultérieure (Johnson, 1996). De même, les attitudes et les habiletés développées par des programmes éducatifs durant la petite enfance contribuent à former un adulte plus accompli (Heckman, 2006) et sont précurseurs d'un désir de poursuivre des apprentissages à long terme, appelé « *long-life learning* » (Karalis, 2009). L'Institut de la statistique du Québec a publié, en 2011, un rapport

démontrant que le développement d'habiletés cognitives à la maternelle est associé à la réussite scolaire en quatrième année. Dans cette étude, les habiletés cognitives étaient évaluées à partir de la connaissance des nombres et du vocabulaire réceptif de l'enfant. Pour expliquer cette relation, les chercheurs considèrent que ces éléments constituent les fondements de différentes habiletés cognitives conceptuelles et procédurales, dont la résolution de problèmes, qui seraient déterminantes dans la réussite de tâches complexes en lecture et en mathématiques (Pagani, Fitzpatrick, Belleau et Janosz, 2011).

Outre les mathématiques et le vocabulaire, les sciences sont également susceptibles de supporter le développement cognitif des jeunes enfants (Eshach et Fried, 2005; Harlen, 2012; Thouin, 2017). Les sciences permettent, en effet, à l'enfant d'explorer le monde qui l'entoure et de le comprendre, encore plus que d'autres domaines d'apprentissage, puisque l'exploration s'appuie sur l'expérience immédiate de son environnement. C'est ainsi que Genc Kumtepe, Kaya et Kumtepe (2009) arrivent sensiblement au même constat que Pagani et ses collaborateurs (2011), alors qu'ils démontrent que les expériences scientifiques vécues au niveau préscolaire représentent un élément majeur contribuant à la réussite du programme de sciences en troisième année. En bref, les enfants ayant effectué plus fréquemment des expériences scientifiques dans un environnement scientifique de qualité à la maternelle ont mieux performé en sciences trois ans plus tard. Selon Dogru et Seker (2012), les concepts scientifiques de base s'acquièrent à la maternelle par le biais d'activités scientifiques de qualité, limitant l'émergence de conceptions erronées liées à ces concepts. Par conséquent, le développement cognitif des

enfants est favorisé par l'amélioration de leur capacité d'observation et de résolution de problèmes, ce qui explique, du moins en partie, le taux de réussite en sciences plus élevé au primaire. Les recherches semblent donc démontrer des retombées positives de l'éducation préscolaire sur les conceptions des enfants relativement aux concepts scientifiques et sur la résolution de problèmes, deux manifestations du développement cognitif auxquelles ce mémoire s'intéresse.

1.2.2. Approches pédagogiques à l'éducation préscolaire

Pour soutenir le développement de l'enfant, dont ses habiletés cognitives, la recherche préconise le recours à différentes approches pédagogiques considérées comme efficaces auprès des enfants de maternelle. Actuellement, les approches centrées sur les intérêts des enfants et suivant le courant socioconstructiviste, qui permettent à l'enfant d'être actif dans ses apprentissages à la fois physiquement et cognitivement, sont celles qui méritent d'être exploitées dans les classes de maternelle (Raby et Charron, 2016).

L'approche par projets (Pelletier, 2001; Raby et Charron, 2016; Shipley, 1998) et le jeu se révèlent à ce sens des approches à privilégier pour favoriser le développement global de l'enfant (Marinova, 2014; Miller et Almon, 2009). De façon plus spécifique au développement cognitif, les jeux sensoriels, à caractère scientifique, permettent à l'enfant d'explorer de manière spontanée des éléments naturels et d'observer, à l'aide de ses sens, les transformations qu'il fait subir à la matière (De Graeve, 2006; Shipley, 1998). Le bac de sable (humide et sec) et la table d'eau en sont les exemples classiques, amenant l'enfant

à réaliser certains apprentissages par le jeu (De Graeve, 2006; Shipley, 1998) avec le soutien de l'adulte qui suscite des questionnements et limite l'émergence de conceptions erronées. Par ailleurs, il existe une autre approche, correspondant aux critères mentionnés préalablement, qui vaut d'être étudiée davantage à l'éducation préscolaire. Il s'agit de l'approche interdisciplinaire, aussi appelée l'interdisciplinarité.

1.2.2.1. Interdisciplinarité

L'interdisciplinarité consiste en une approche actualisante (Lowe, 2002) et ouverte (Samson, Hasni et Ducharme-Rivard, 2012), liée directement à une des orientations du Programme de formation à l'éducation préscolaire et à l'enseignement primaire actuel. En effet, celui-ci préconise le décroisement disciplinaire :

le Programme de formation vise le développement de compétences qui font appel à des connaissances provenant de sources variées et qui ne répondent pas nécessairement à une logique disciplinaire. Aussi, l'école est-elle conviée à dépasser les cloisonnements entre les disciplines afin d'amener l'élève à mieux saisir et intégrer les liens entre ses divers apprentissages (MELS, 2006, p. 5)

À l'éducation préscolaire, le programme prévoit que les activités vécues en classe par les enfants devraient être de nature transdisciplinaire, de sorte à offrir à l'enfant « l'occasion de découvrir plusieurs modes d'expression et de création, et de se sensibiliser aux différents langages qui soutiennent et construisent la connaissance » (MELS, 2006, p. 52). Dans ce contexte, la signification accordée à la transdisciplinarité dans ce projet rejoint celle de Lataille-Démoré (1998; cité dans Lowe, 2002) pour qui la

transdisciplinarité renvoie au recours à différentes disciplines comme moyen pour soutenir le développement global de l'apprenant.

Au primaire et au secondaire, plusieurs études ont été réalisées pour évaluer les effets de l'approche interdisciplinaire en contexte d'enseignement sur les apprentissages des élèves. Une recension des écrits réalisée par Samson, Hasni et Ducharme-Rivard (2012) se rapportant à l'interdisciplinarité des mathématiques, des sciences et de la technologie permet de constater la présence de défis qui sont associés à cette approche, mais surtout de relever certains effets positifs de celle-ci. Il est notamment question du développement d'habiletés en résolution de problèmes, de la possibilité pour l'élève de développer sa créativité, du développement d'aptitudes favorables au travail d'équipe et de l'augmentation de la motivation des élèves face à la tâche demandée. En 2002, Lowe a également effectué une recension de la documentation scientifique sur la question de l'interdisciplinarité dans laquelle l'interdisciplinarité s'avère être une approche pédagogique efficace pour amener l'élève à établir des liens entre les connaissances et les habiletés de chaque discipline étudiée et ainsi favoriser le transfert des connaissances. De plus, cette chercheuse mentionne que l'interdisciplinarité « contribue au développement d'une meilleure interaction sociale et culturelle » et au « développement d'habiletés cognitives supérieures » (Lowe, 2002, p. 226). En somme, cette approche pédagogique « favorise l'intégration et l'actualisation de la personne » (*Ibid*, p. 226).

Il est intéressant de remarquer que ces recensions des écrits ne concernent pas le contexte de l'éducation préscolaire. Ceci s'explique sans doute par le fait qu'à l'éducation préscolaire, les disciplines ne sont pas traitées de la même façon qu'au primaire ou au secondaire. Alors qu'au primaire les connaissances disciplinaires sont transmises de manière formelle, à la maternelle, les enfants explorent plutôt les différentes disciplines dans le but de favoriser le développement de leur plein potentiel. Les disciplines servent alors, en quelque sorte, de préambule aux disciplines qui seront enseignées ultérieurement au primaire. À la maternelle, cinq domaines d'apprentissage, comprenant différentes disciplines, doivent être explorés : langue, mathématique, sciences et technologie, arts, univers social et développement personnel. Il est alors question d'activités d'éveil relatives à différentes disciplines, dont les sciences, les arts plastiques, l'art dramatique, la musique et la danse, conférant par le fait même un volet disciplinaire⁵ à l'éducation préscolaire. De surcroît, même si les résultats des études analysées par ces recensions des écrits ne concernent pas l'éducation préscolaire, le développement du plein potentiel, dont le développement cognitif de l'apprenant, soutenu par cette approche semble lié directement à un des mandats de l'éducation préscolaire cités préalablement, soit celui « de favoriser le développement global de l'enfant en le motivant à exploiter l'ensemble de ses potentialités » (MELS, 2006, p. 52). Dès lors, il convient de s'intéresser davantage

⁵ Puisqu'un volet disciplinaire est présent à la maternelle, dans ce mémoire, le terme discipline est celui qui sera utilisé lorsqu'il est question des sciences et des arts, plutôt que celui de domaines d'apprentissage, comme utilisé dans le programme de l'éducation préscolaire du Québec. Toutefois, il convient de rappeler que le volet disciplinaire diffère de celui du primaire dans le sens où les compétences à acquérir sont d'ordre développemental à la maternelle. Les activités proposées en lien avec les disciplines sont alors des activités d'éveil, dont le but est le développement de l'enfant, et non l'acquisition de connaissances relatives aux disciplines.

à la place de l'interdisciplinarité à la maternelle, d'autant plus que certaines disciplines sont appelées à être explorées à ce niveau scolaire pour soutenir le développement cognitif des enfants (MELS, 2006).

L'analyse de la documentation scientifique réalisée dans le cadre de ce mémoire sur l'interdisciplinarité et l'éducation préscolaire démontre toutefois qu'il existe peu d'études traitant spécifiquement de cette question, et ce, autant au Québec qu'à l'international. Les études qui s'y intéressent portent surtout sur l'utilisation d'une discipline en tant qu'outil pour en enseigner⁶ une seconde. Cette forme d'interdisciplinarité, assez répandue à l'éducation préscolaire, démontre des résultats intéressants.

Le recours aux albums jeunesse pour enseigner des concepts inhérents à différentes disciplines en est un exemple qui amène des retombées positives chez les enfants de la maternelle. Ainsi, par rapport aux sciences, Leung (2008) a démontré que la combinaison d'expériences scientifiques et de lecture interactive répétée de livres documentaires jeunesse sur la lumière et les couleurs permet aux jeunes enfants d'acquérir un vocabulaire scientifique plus grand. Ceux-ci développeraient également une meilleure compréhension de ces concepts, alors qu'ils possèdent le vocabulaire pour les verbaliser.

⁶ Encore une fois, il convient de préciser que le terme enseigner prend un sens différent à la maternelle. Enseigner, à la maternelle, ne vise pas des apprentissages systématiques et formels, comme plus tard dans le système scolaire, mais consiste plutôt en des situations d'exploration qui mènent à des apprentissages. Ces situations d'exploration et de découverte s'inscrivent dans l'optique du développement global de l'enfant, en s'appuyant sur le jeu, les intérêts de l'enfant, son unicité et son rythme d'apprentissage.

Des études ont également été réalisées pour déterminer les retombées de l'utilisation de la littérature pour enseigner des notions en mathématiques par l'entremise, notamment, du programme PICO-ma⁷ (Van Den Heuvel-Panhuizen, Van Den Boogaard et Doig, 2009). Les chercheurs soutiennent que la littérature jeunesse, incluant l'exploitation des illustrations, stimule la pensée mathématique et initie les jeunes enfants à des concepts mathématiques dans un contexte signifiant qui facilite les échanges. La littérature jeunesse n'est pas le seul exemple de cette forme d'interdisciplinarité associée aux mathématiques. Au Canada, Bolduc (2009) s'est intéressé aux effets du recours à l'enseignement de la musique sur le développement d'habiletés mathématiques. Ce chercheur souligne les effets de la musique sur le développement d'habiletés spatiales chez le jeune enfant, ainsi que « l'appropriation graduelle des notions de séquentialité et de régularité » (Bolduc, 2009, p. 4).

D'autre part, l'interdisciplinarité entre la langue maternelle et des disciplines artistiques a également été étudiée afin d'évaluer l'impact de ces dernières sur le développement de l'émergence de l'écrit chez l'enfant de moins de six ans. À ce propos, Bolduc (2008) a effectué une recension des écrits sur la relation existant entre l'enseignement de la musique et l'émergence de l'écrit à l'éducation préscolaire, dont les résultats démontrent un lien positif entre ces deux domaines. De façon plus spécifique, les activités musicales contribueraient au développement de trois habiletés linguistiques : la

⁷ Picture book and Concept development in mathematics

perception auditive, la mémoire phonologique et la métacognition ; des habiletés soutenant le développement langagier du jeune enfant, de même que son développement cognitif. Dans un même ordre d'idées, Phillips, Gorton, Pinciotti et Sachdew (2010) arrivent à des conclusions similaires quant au recours aux arts (arts plastiques, musique, danse et art dramatique) pour contribuer au développement de l'émergence de l'écrit, alors qu'ils se sont intéressés au programme PASELA⁸ qui a été implanté dans trois écoles préscolaires américaines durant un an (Phillips *et al.*, 2010).

Interdisciplinarité sciences et arts au primaire

Alors que l'interdisciplinarité avec la langue maternelle (littératie ou émergence de l'écrit) a été étudiée dans ces études, un nouveau mouvement de recherche sur l'interdisciplinarité s'implante rapidement sous l'appellation STEAM, caractérisé par l'ajout des arts aux disciplines traditionnelles scientifiques (STEM⁹) (Riley, 2015). De façon sommaire, il est possible de définir cette approche comme étant « the integration of the arts disciplines into curriculum and instruction in the area of science, technology, engineering, and mathematics » (Katz-Buonincontro, 2018, p.73). Par cela, la société occidentale vise à stimuler la pensée créatrice et l'innovation chez ses élèves, des atouts majeurs pour les citoyens de demain (Robelen, 2011) qui doivent être encouragés dès les premières années de scolarité (Craft, 2003; Duffy, 2006). Par conséquent, aux États-Unis, notamment, de nombreux chercheurs explorent « how the arts can be engaged to

⁸ Promoting and Supporting Early Literacy through the Arts

⁹ Science, Technology, Engineering and Mathematic

strengthen STEM learning and skills and produce a more creative American workforce » (Robelen, 2011, p. 8). De ce fait, la créativité s'avère particulièrement importante en éducation, alors que selon Duffy (2006), elle est nécessaire à tout processus d'apprentissage et est étroitement liée à la capacité de résoudre des problèmes. Dans cette optique, la créativité constitue une manifestation permettant d'observer le développement cognitif des enfants. Ce mémoire s'intéresse donc également à la créativité, au même titre que les conceptions associées à des concepts scientifiques ou les habiletés de résolution de problèmes, comme discuté précédemment, pour étudier le développement cognitif des enfants de la maternelle.

De façon générale, les domaines artistiques sont naturellement associés à la créativité (Craft, 2003; Duffy, 2006; Moga, Burger, Hetland et Winner, 2000). Une analyse de la documentation scientifique réalisée par Moga et ses collaborateurs (2000) a d'ailleurs permis de mettre en évidence plusieurs relations positives entre la créativité et les arts. Or, la créativité n'est pas exclusive aux arts, alors qu'elle est également impliquée dans les domaines scientifiques. En sciences, par exemple, la créativité se manifeste dans la formulation d'un problème original (Demetrikopoulos et Pecore, 2016) ou encore dans l'élaboration d'hypothèses (Giordan et Pellaud, 2008). En fait, lorsqu'il s'agit des sciences à l'éducation préscolaire, dès qu'un enfant pose la question « *what if?* », sa pensée créatrice est mise à contribution (Craft, 2000). Dans cette optique, la créativité permet aux jeunes enfants d'explorer le monde, de le comprendre, en faisant de nouveaux liens, ce qui conduit à une compréhension approfondie de leur réalité (Duffy, 2006).

Par ailleurs, il existe plusieurs liens entre les sciences et les arts, outre la créativité, justifiant leur intégration en enseignement (Laliberté, 2015; Poldberg, Trainin et Andrzejczak, 2013). En effet, ces deux disciplines se basent sur l'observation et l'expérimentation, elles nécessitent une approche de résolution de problèmes et favorisent la réflexion, l'esprit critique et l'ouverture d'esprit (Chessin et Zander, 2006). De même, tout comme les sciences, les arts soutiennent le développement cognitif des enfants, ce qui a été mis en évidence par l'analyse effectuée par Deasy en 2002 (citée dans Martin, Mansour, Anderson, Gibson, Liem et Sudmalis, 2013) portant sur plus de cinquante études s'intéressant à cette question. Les arts permettraient ainsi à l'enfant de mieux comprendre la réalité qui l'entoure (Poldberg *et al.*, 2013; Winner, Goldstein et Vincent-Lancrin, 2014) en l'amenant à faire appel à des mécanismes d'apprentissage différents. À ce propos, Phillips et ses collaborateurs (2010) précisent que :

Arts-related activities engage representational, communicative, expressive and social capacities that can stimulate new shifts in young children's awareness, perception and thought. These arts-related experiences provide a rich and unique platform from which young children can both understand and prepare for the world around them (p. 111)

Plusieurs études ont été réalisées au primaire pour évaluer les effets de l'intégration des arts à l'enseignement de disciplines à caractère scientifique. L'une d'entre elles, effectuée par Hardiman, Rinne et Yarmolinskaya (2014), a permis de comparer l'impact de l'intégration de différentes formes artistiques à l'enseignement des sciences par rapport à un enseignement conventionnel de cette discipline auprès d'élèves de cinquième année

du primaire. Les résultats de cette étude indiquent que la rétention des notions apprises dans le contexte intégrant les arts semble être accrue :

We believe our study provides important preliminary evidence that many students, particularly struggling readers, may retain academic content better when instruction is integrated with the arts, particularly when mastery requires possession of considerable amounts of declarative knowledge (p. 147)

De façon plus spécifique à la musique, Gershon et Oded (2014) ont démontré que la création musicale associée à l'enseignement des sciences assurait une meilleure compréhension des concepts scientifiques en permettant de les conceptualiser, de les comprendre et de les exprimer. D'autres chercheurs se sont plutôt intéressés à la danse en tant que discipline artistique enseignée avec les sciences. Les résultats de ces études supportent l'idée que la danse améliore la compréhension de concepts scientifiques en rendant certains concepts abstraits plus concrets (Simpson Steele, Fulton et Fanning, 2016), ce qui se manifeste par des résultats scolaires plus élevés en sciences (Graham et Brouillette, 2016).

L'analyse effectuée par Rinne, Gregory, Yarmolinskaya et Hardiman (2011) portant sur l'intégration des arts à l'enseignement des autres disciplines permet de mieux comprendre ces résultats, alors que les auteurs stipulent que les arts amènent l'apprenant à traiter la nouvelle information avec des stratégies habituellement peu ou pas sollicitées lors d'un enseignement n'intégrant pas les arts. Ces chercheurs s'intéressent entre autres à la simulation motrice (*enactment*), une stratégie particulièrement utilisée par la danse et

l'art dramatique; à la production orale de l'information, une stratégie exploitée par l'art dramatique et la musique; et à la représentation picturale, une stratégie liée aux arts plastiques. Toutes ces stratégies associées aux arts favorisent la rétention à long terme d'un nouveau contenu (Rinne *et al.*, 2011). Winner et Cooper (2000), quant à elles, considèrent que l'apprentissage par les arts amène des bénéfices sur les autres disciplines par deux mécanismes distincts. D'une part, grâce au développement de structures cognitives acquises par les arts pouvant être transférées aux autres disciplines (p. ex., la concentration, l'observation, la pensée divergente, la résolution de problèmes) et d'autre part, par l'aspect motivationnel associé à une approche intégrant les arts. Toutefois, à l'éducation préscolaire, ce lien entre la motivation et les arts n'est pas exclusif : les sciences génèrent également un aspect motivationnel chez le jeune enfant qui cherche naturellement à explorer et à comprendre le monde dans lequel il vit (Charpak, Léna et Quéré, 2005).

Par ailleurs, l'analyse de la documentation scientifique effectuée par Burnaford, Brown, Doherty et McLaughlin en 2007 met en évidence plusieurs études démontrant que l'intégration des arts aux autres disciplines optimise les apprentissages et amène des résultats scolaires plus élevés (Barry, 2010; Burnaford *et al.*, 2007; Phillips, Harper, Lee et Boone, 2013). Phillips et ses collaborateurs (2013) soutiennent même que le programme « *Whole School Initiative* », implanté dans plus de soixante-dix écoles primaires du Mississippi, qui promeut le recours aux arts pour soutenir les apprentissages dans les autres disciplines, amène les élèves à être plus critiques, plus créatifs et plus impliqués

dans leur école. Dans un même ordre d'idées, Gess (2017) résume quelques retombées positives du recours au STEAM en enseignement, dont l'augmentation des apprentissages, l'amélioration de la compréhension des concepts enseignés, un engagement plus élevé de la part des élèves, de même que la possibilité de transférer les connaissances dans plusieurs disciplines et contextes. Toutefois, l'analyse des documents scientifiques effectuée par Winner et Cooper (2000) soulève des résultats plus mitigés quant aux avantages de l'intégration des arts. Pour expliquer cela, les auteurs émettent, entre autres, l'hypothèse que les bénéfices de l'enseignement intégrant les arts ne seraient visibles qu'à long terme.

Interdisciplinarité sciences et arts à l'éducation préscolaire

Bien qu'il existe peu de recherches portant sur l'interdisciplinarité en sciences et en arts au niveau préscolaire dans la documentation scientifique, il existe néanmoins plusieurs exemples d'activités suggérant l'intégration de ces disciplines à ce niveau scolaire provenant majoritairement de la documentation professionnelle. Certains auteurs, dont Teodecki (2015) et Dionne (2012), proposent alors de réaliser différentes activités en arts plastiques pour développer des connaissances ou des habiletés propres aux sciences. D'autres auteurs, tels que Danoff-Burg (2002) et Nichols et Stephens (2013), proposent plutôt d'expérimenter l'art dramatique ou la danse pour initier les enfants de la maternelle à des concepts scientifiques. Des exemples de ces activités intégrant les sciences et les arts à la maternelle sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1

*Exemples d'activités intégrant les sciences et les arts
dans la documentation professionnelle*

<i>Auteurs</i>	<i>Sciences</i>	<i>Arts</i>
<i>Teodecki (2015)</i>	Conception technologique	Arts plastiques
<i>Danko-McGhee et Slutsky (2007)</i>	Étude des nuages	Arts plastiques
<i>Russo, Colurciello et Kelly (2008)</i>	Étude des oiseaux	Arts plastiques
<i>Dionne (2012)</i>	Étude des écosystèmes	Arts plastiques
<i>Kurson (2016)</i>	Étude des végétaux	Arts plastiques
<i>Danoff-Burg (2002)</i>	Étude des abeilles	Danse
	Étude des insectes	Art dramatique
<i>Nichols et Stephens (2013)</i>	Étude de la croissance des plantes	Art dramatique
	Étude de l'alimentation des animaux	Art dramatique

En ce qui a trait à la documentation scientifique présentant des études empiriques sur la question de l'interdisciplinarité avec les sciences et les arts au niveau préscolaire, Christidou, Kazela, Kakana et Valakosta (2009) ont réalisé une étude s'intéressant au concept de magnétisme à l'aide d'une approche interdisciplinaire impliquant les sciences et l'art dramatique. En représentant l'attraction magnétique à l'aide de leur corps, les enfants ont amélioré leur compréhension de ce concept, suscitant également un changement conceptuel sur ce dernier.

Le programme *ScienceStart!*¹⁰, élaboré par French, constitue également un exemple présentant des résultats concrets quant aux effets de l'utilisation de l'interdisciplinarité avec les sciences et les arts à l'éducation préscolaire. Dans ce programme, les questions de nature scientifique sont à la base de tout enseignement et par leur exploitation, des notions en arts, mais également en mathématique, en lecture et en univers social, sont explorées. Cette approche a permis de mettre en évidence certains bénéfices relevés par les enseignants participant à l'étude, dont l'engagement et la participation accrus des enfants avec ce programme. De plus, des retombées positives sur les connaissances scientifiques évaluées avant et après les activités d'enseignement ont été observées. De même, l'usage du test standardisé *Peabody Picture Vocabulary Test* a permis de mesurer une amélioration du vocabulaire chez les enfants participant à ce programme (French, 2004).

Alors que les résultats positifs soulevés par ces études appuient le recours à l'interdisciplinarité avec les sciences à la maternelle, les effets de l'interdisciplinarité à l'éducation préscolaire, et particulièrement celle impliquant les sciences et les arts, sont relativement méconnus. Dans ce contexte, il s'avère pertinent de réaliser une recherche sur l'interdisciplinarité au niveau préscolaire afin de contribuer au développement de connaissances complémentaires sur le sujet.

¹⁰ Pour en savoir davantage : <<http://sciencestart.com/>>.

1.3. Question de recherche

Dans le contexte scolaire actuel en évolution, dans lequel la société occidentale souhaite former des élèves créatifs et innovateurs, et par la hausse du nombre de classes de niveau préscolaire au Québec, une recherche portant sur le développement cognitif des enfants de la maternelle se révèle pertinente. Alors qu'elle s'intéresse aux effets d'une approche pédagogique encore peu étudiée auprès des enfants de cinq et six ans sur leur développement cognitif, cette étude permet, d'une part, de mieux outiller les enseignants de l'éducation préscolaire et, d'autre part, de contribuer au développement de connaissances sur l'interdisciplinarité avec les sciences et les arts au niveau préscolaire, en explorant les limites et les bénéfices d'une telle approche à la maternelle.

Ainsi, l'étude proposée dans le cadre de ce mémoire de maîtrise vise à déterminer les effets potentiels de l'approche interdisciplinaire portant sur ces deux disciplines sur le développement cognitif des enfants de la maternelle. De ceci découle la question de recherche suivante : Quels sont les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts à l'éducation préscolaire quant au développement cognitif des enfants?

Avant d'aborder le contexte dans lequel se déroule cette étude, il convient d'abord d'approfondir les différents concepts présents dans cette question de recherche dans le prochain chapitre.

CHAPITRE 2

CADRE DE RÉFÉRENCE

Alors que la problématique a permis de cerner la pertinence sociale et scientifique de réaliser une recherche sur le développement cognitif des enfants à la maternelle à partir d'une approche interdisciplinaire impliquant les sciences et les arts, ce chapitre s'intéresse plus spécifiquement aux différents concepts retenus dans cette recherche. Il y est donc question de la sphère cognitive du développement global de l'enfant à la maternelle et, plus précisément, des manifestations observables de son développement, soit les conceptions relatives à des concepts scientifiques, la résolution de problèmes et la créativité. Le développement cognitif étant soutenu, entre autres, par l'exploration des disciplines sciences et arts, ces deux disciplines sont ensuite définies dans ce chapitre en regard de l'éducation préscolaire. Finalement, le concept d'interdisciplinarité y est abordé en s'intéressant à ses différentes significations, soit son sens large et son sens strict, avant de justifier le choix théorique de cette étude. La figure 1 illustre les différents concepts dont il est question dans le cadre de référence, tout en représentant les liens existants entre ceux-ci.

2.1. Développement cognitif de l'enfant de maternelle

L'enfant, durant sa petite enfance, se développe sur toutes les dimensions de sa personne, soit sur les plans moteur, affectif, social, cognitif et langagier, et ce, de façon

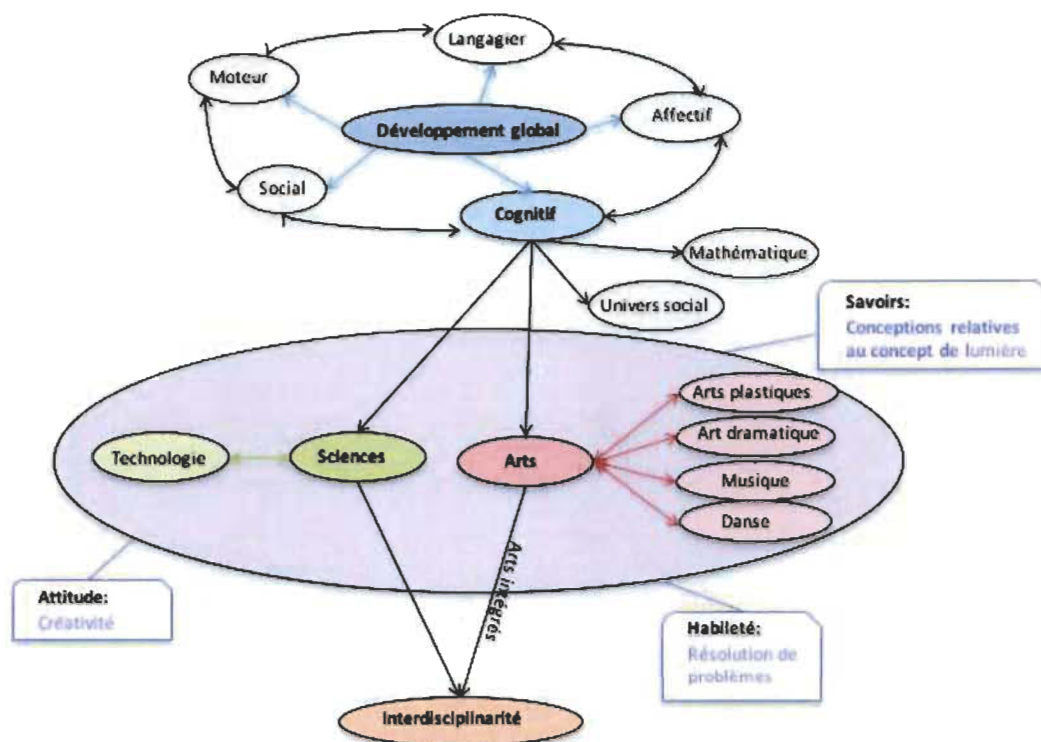


Figure 1. Carte conceptuelle du cadre de référence

continue, intégrée et progressive (Pelletier, 2001). Ce développement graduel, qui s'effectue autant à la maison qu'à l'école ou à la garderie, correspond au développement global de l'enfant (Bouchard, 2010).

L'éducation préscolaire, selon le PFEQ, vise à soutenir le développement global de l'enfant en l'invitant à exploiter « l'ensemble de ses potentialités » (MELS, 2006, p. 52). Par conséquent, la maternelle se veut « un lieu de stimulation intellectuelle », dans lequel l'enfant « enrichit ses connaissances » et « établit les fondements de ses apprentissages futurs » (*Ibid.*, p. 52). Ces éléments, issus du programme de maternelle, réfèrent

particulièrement à une dimension particulière du développement global de l'enfant, soit la dimension cognitive de l'apprenant. Celle-ci est particulièrement importante à stimuler à l'éducation préscolaire, puisqu'elle permet aux jeunes enfants d'acquérir des connaissances représentant les fondements de leurs apprentissages ultérieurs et de soutenir le développement d'habiletés de résolution de problèmes (Pelletier, 2001) qui leur permettront de réaliser des tâches plus complexes dans la suite de leur scolarité (Pagani *et al.*, 2011).

2.1.1. Particularités du développement cognitif des enfants à la maternelle

Les connaissances actuelles sur le développement cognitif des enfants de quatre à six ans proviennent surtout des travaux de Piaget (1967) et de sa théorie sur les stades de développement. Selon l'auteur, ces derniers se situent dans la période préopératoire au cours de laquelle l'enfant ne peut raisonner que dans l'action (Bouchard et Fréchette, 2008). Cette période est caractérisée par le fait que l'enfant est au stade de la pensée intuitive, c'est-à-dire que son raisonnement repose sur ses intuitions et ses perceptions, au détriment du raisonnement logique (Bouchard, Fréchette et Gravel, 2008; Coquidé-Cantor et Giordan, 2002). Aussi, sa pensée s'exerce en considérant un seul aspect d'une situation et ses opérations mentales ne peuvent se faire que dans un sens, référant au concept d'irréversibilité de Piaget (Hendrick, 1993; Papalia et Olds, 2005). Ceci implique une difficulté à se représenter le point de vue de l'autre, ce qui est associé à l'égoцентризм fondamental dont fait preuve l'enfant de cet âge (Coquidé-Cantor et Giordan, 2002). Cet égoцентризм l'amène à déformer la réalité pour la rendre conforme à ses désirs et le

réalisme intellectuel, propre à ce stade de développement, fait en sorte qu'il croit que ce qu'il pense existe, rendant ardue pour lui la distinction entre le réel et l'imaginaire (*Ibid.*). En considérant ces aspects, le développement cognitif de l'enfant peut être stimulé à l'école par l'expérimentation et la confrontation des conceptions, ce que la compétence 5 du présent programme de l'éducation préscolaire encourage, amenant l'enfant à « construire sa compréhension du monde » (MELS, 2006, p. 62).

2.1.2. Manifestations observables du développement cognitif des enfants à la maternelle

Dans le programme de formation de l'éducation préscolaire, la dimension cognitive des enfants se développe par le biais de la compétence « construire sa compréhension du monde » (MELS, 2006, p. 62). Or, il n'est pas possible d'évaluer directement une compétence, et par conséquent, le développement cognitif de l'élève. Pour y parvenir, l'enseignant doit avoir recours à des manifestations observables, parmi lesquelles on retrouve les ressources internes des apprenants : des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être (Durand et Chouinard, 2006). Au cours de ce projet, seules quelques manifestations observables d'ordre cognitif sont retenues afin de rendre possible la recherche proposée dans les délais prescrits. Ces éléments portent sur le développement d'une habileté (savoir-faire), la manifestation d'une attitude (savoir-être) et l'évolution de conceptions (savoirs) relativement à des concepts scientifiques ciblés par ce projet.

2.1.2.1. Habiletés

Pour comprendre un phénomène et élaborer de nouveaux concepts, certaines habiletés s'avèrent essentielles (Toussaint, Lavigne, Laliberté, Des Lierres et Khanh-Thanh, 2001) et sont directement liées au raisonnement (Davis et Keller, 2009). Dans cette optique, une habileté correspond à la « capacité de mettre en œuvre adéquatement une série de processus mentaux ou d'utiliser à bon escient des connaissances pour attaquer ou vaincre un problème » (Legendre, 2005, p.731). Ces habiletés, parfois appelées stratégies, se développent indirectement chez l'enfant par l'exploration d'une problématique (Giordan et Pellaud, 2008). Selon ces auteurs, on y retrouve, entre autres, l'observation et la résolution de problèmes, deux opérations de raisonnement propres aux enfants de niveau préscolaire (Rath *et al.*, 1986, cités dans Davis et Keller, 2009). L'habileté retenue dans le cadre de cette recherche consiste en la résolution de problèmes puisque celle-ci, bien que souvent associée aux domaines scientifiques, peut également être sollicitée lors d'activités artistiques.

Résolution de problèmes

Alors que le savoir ne doit pas simplement être mémorisé, mais plutôt construit de « façon dynamique et opératoire » (Astolfi, Peterfalvi et Vérin, 1998, p. 176), la résolution de problèmes constitue une habileté importante à développer chez l'enfant, et ce, dès la maternelle. Bridge (2004) mentionne d'ailleurs que « problem solving is known to be a successfull teaching and learning approach throughout the early childhood curriculum » (p. 94), surtout si les problèmes à résoudre sont de type ouvert (*open-ended*) (*Ibid.*).

Conformément à la théorie de Vygotsky (1978), les activités de résolution de problèmes proposées aux enfants doivent se situer dans leur zone proximale de développement et susciter des interactions, autant avec les pairs que les enseignants (Bridge, 2004). Concrètement, la résolution de problèmes comporte quatre étapes distinctes, telles que proposées Davis et Keller (2009) : la définition d'un problème, le développement d'une procédure pour y répondre, l'exécution de cette procédure, et l'élaboration de conclusions à partir des données issues de la procédure. Un problème, dans cette optique, s'apparente à une énigme à résoudre basée sur des situations concrètes offrant une résistance suffisante pour faire émerger des conflits cognitifs qui confrontent les conceptions initiales des enfants (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint, 2008; Meirieu, 2012).

Dans le PFEQ, la résolution de problèmes y est présentée comme étant une compétence transversale qui se manifeste lorsque l'élève de maternelle « arrive à résoudre dans l'action des problèmes simples et concrets. Il peut faire plus d'une tentative pour résoudre un problème en diversifiant ses stratégies. Si le problème suscite son intérêt, il sait faire preuve de ténacité et de persévérance » (MELS, 2006, p. 19). Du point de vue de la recherche, Phillips et ses collaborateurs (2010) considèrent que l'habileté de résolution de problèmes se manifeste chez l'enfant de la maternelle par sa capacité à prédire une relation de cause à effet, à trouver plus d'une solution à une question, à expérimenter, à observer et à interagir avec les autres, de même qu'à comparer et à classifier des données pour résoudre un problème. Shipley (1998) ajoute à ces éléments la

capacité à tirer des conclusions, à planifier, à prédire, à poser des questions, à surmonter un obstacle et à avoir recours efficacement à une personne-ressource.

2.1.2.2. Attitudes

Tout comme pour les habiletés, certaines attitudes se révèlent indispensables pour comprendre la réalité (Giordan et Pellaud, 2008) et, par conséquent, pour contribuer au développement cognitif des enfants. Une attitude consiste alors en un « état d'esprit, [une] manière d'être dans un cheminement d'apprentissage ou de résolution de problèmes » (Legendre, 2005, p. 138). À titre d'exemples, la curiosité, l'esprit critique, de même que la créativité sont des attitudes qui nécessitent d'être soutenues ou éveillées chez les enfants de la maternelle (Hendrick, 1993; Toussaint *et al.*, 2001). Dans le cadre de ce projet, l'attitude retenue est celle de la créativité, une attitude qui joue un « rôle capital dans le développement intellectuel de l'enfant » (Hendrick, 1993, p. 495) et qui est impliquée dans le processus de résolution de problèmes (Starko, 1999, cité dans Giguere, 2011). De plus, la créativité, bien que souvent associée au domaine artistique, est également présente dans le domaine scientifique (Craft, 2000).

Créativité

Malgré le fait que plusieurs recherches se soient intéressées au concept de créativité, il n'existe à ce jour aucun consensus sur sa définition (Craft, 2003; Duffy, 2006; Feldman et Benjamin, 2006). Il semble toutefois reconnu dans la documentation scientifique que la créativité existe sous des formes différenciées (Feldman et Benjamin 2006). La créativité

se situe alors sur un continuum (Craft, 2005) allant de l'appellation controversée *big-C Creativity* au *little-c creativity* (Merrotsy, 2013). Dans le premier cas, il s'agit de la créativité associée au génie et à l'innovation de haut niveau, alors que dans le deuxième cas, de la créativité accessible à tous qui s'exerce par les solutions créatrices aux problèmes quotidiens et par la capacité à combiner deux idées pour en former une nouvelle (Duffy, 2006; Merrotsy, 2013).

Les travaux réalisés par Guilford dans les années 50 ont permis de mettre en évidence le lien entre la créativité et la cognition (Feldman et Benjamin, 2006; Megalakaki, Craft et Cremin, 2012), mais surtout, d'amener l'idée que la créativité peut être stimulée et développée, suscitant ainsi un intérêt dans le monde de l'éducation (Feldman et Benjamin, 2006). En prenant appui sur les travaux de Guilford, Torrance, en 1968, a conçu un test standardisé largement utilisé en éducation permettant de mesurer la créativité (Feldman et Benjamin, 2006). Il s'agit du *Torrance Tests of Creative Thinking*. Dans ce test, le chercheur fragmente la créativité en quatre composantes différentes pouvant servir à évaluer la créativité chez les individus (Mirzaie, Hamidi et Anaraki, 2009). Ces composantes se rapportent à la fluidité et à la flexibilité des idées, à l'élaboration et à l'originalité des idées (*Ibid.*). Dans ce test, la fluidité correspond à l'habileté de produire un grand nombre d'idées en réponse à un stimulus. La flexibilité concerne la capacité à produire une large variété d'idées à la suite d'un stimulus. L'originalité correspond aux idées uniques qui vont au-delà des idées usuelles. Finalement, l'élaboration consiste à la capacité à développer ses idées et d'y ajouter des détails.

De façon plus spécifique aux jeunes enfants, certains auteurs ont mis en évidence différents comportements se rapportant à la créativité. Le tableau 2 en énumère certains d'entre eux propres à l'enfant de niveau préscolaire.

Tableau 2

Comportements du jeune enfant manifestant de la créativité

<i>Auteurs</i>	<i>Comportements</i>
<i>Selon Phillips et al. (2010)</i>	Fait preuve de flexibilité, d'imagination et d'innovation dans la réalisation de ses activités.
	Résout des problèmes en utilisant des stratégies ou du matériel non conventionnels.
	Démontre de la créativité et de l'imagination dans ses jeux.
<i>Selon Isenberg et Jalongo (1993, cités dans Duffy, 2006)</i>	Explore et expérimente.
	Donne une nouvelle utilité à un objet familier.
	Ordonne des éléments chaotiques.
	Utilise le langage et le jeu pour comprendre le monde qui l'entoure.

Par ailleurs, dans le PFEQ, la créativité est considérée comme étant une compétence transversale d'ordre intellectuel, au même titre que la résolution de problèmes, qui s'exprime lorsque l'enfant de la maternelle

laisse libre court à son imagination. Il ne se censure pas et projette de façon naïve sa perception des choses. Il est sensible à la manière dont les activités lui sont présentées. Il s'intéresse à l'exploration de stratégies et de techniques nouvelles pour lui. Il exprime ses préférences et présente volontiers ses créations (MELS, 2006, p. 23)

2.1.2.3. Savoirs

Pour assurer son développement cognitif, le jeune enfant ne peut se limiter à développer des habiletés et des attitudes, il doit également construire des savoirs (Durand et Chouinard, 2006). Dans le cadre de ce mémoire, les savoirs réfèrent à l'« ensemble des connaissances approfondies acquises par un individu, grâce à l'étude et l'expérience » (Legendre, 2005, p. 1202), ces connaissances étant constituées des idées et des informations dont dispose l'individu à propos, notamment, d'un objet ou d'un domaine d'activités (Legendre, 2005). Il apparaît que les enfants, dès leur plus jeune âge, construisent des idées sur le monde qui les entourent (Eshach et Fried, 2005; Ravanis, 2010; Vosniadou et Ioannides, 1998). En effet,

from their early years children process and internalize their personal everyday experiences with the world around them, constructing conceptions and representations that are often complex and rather general. This early knowledge is formed on the basis of children's interaction with the natural, social and cultural environment in which they develop, while it often diverges from the knowledge taught at school (Christidou *et al.*, 2009, p. 115)

En didactique des sciences, l'ensemble des idées que possède un enfant sur un phénomène ou un concept scientifique et qui s'organisent chez lui de sorte à former un système explicatif personnel et fonctionnel correspond au concept de conceptions (Astolfi *et al.*, 2008). Les conceptions construites durant la petite enfance, qualifiées de naïves ou de spontanées (Canedo-Ibarra, Castelló-Escandell, García-Wehrle et Morales-Blake, 2010), diffèrent souvent grandement des concepts scientifiques reconnus par la communauté scientifique (Canedo-Ibarra *et al.*, 2010; Eshach et Fried, 2005; Vosniadou et Ioannides, 1998) et se révèlent, pour la plupart, inadéquates pour expliquer des

phénomènes scientifiques (Eshach et Fried, 2005). Certaines conceptions se basent sur le sens commun et les apparences immédiates, d'autres sont inhérentes au stade de développement de l'enfant (p. ex., le stade préopératoire est associé à des conceptions de type animiste ou anthropomorphique), à son environnement social et sa personnalité affective (p. ex., des conceptions qui reflètent des craintes relatives aux monstres) (Thouin, 2017). En somme, les conceptions initiales des jeunes enfants relativement aux concepts scientifiques relèvent principalement de constructions imaginaires prenant appui sur des croyances animistes et l'égoцентризм associés à leur stade de développement cognitif (Hadzigeorgiou, 2001).

Par ailleurs, les conceptions acquises durant la petite enfance ont tendance à persister dans le temps et s'avèrent résistantes aux changements (Christidou *et al.*, 2009; Eshach et Fried, 2005; Thouin, 1985), faisant, par conséquent, souvent office d'obstacles aux apprentissages (Coquidé-Cantor et Giordan, 2002; Johsua et Dupin, 2003). De ce fait, l'éducation scientifique vise surtout à faire évoluer les conceptions des enfants (Johsua et Dupin, 2003), afin que celles-ci soient plus compatibles avec les lois et théories de la science actuelle (Thouin, 2017). Dans ce sens, la didactique des sciences, depuis plusieurs années, conçoit l'apprentissage comme étant un processus de changements conceptuels (Bêty, 2013; Weil-Barais et Lemeignan, 1994). Selon le modèle proposé par Posner, Strike, Hewson et Gertzog (1982), un modèle ayant grandement influencé la recherche en didactique des sciences sur le changement conceptuel (Bêty, 2013), pour qu'un changement conceptuel survienne chez l'apprenant, il faut qu'une insatisfaction à l'égard

de sa conception initiale soit provoquée et qu'une conception alternative lui soit présentée. Celle-ci se doit alors d'être intelligible, plausible et féconde (*fruitful*), sans quoi l'apprenant ne sera pas tenté de remplacer sa conception initiale. Un deuxième modèle de changement conceptuel encore d'actualité (Bêty, 2013) est celui proposé par diSessa (1993). Dans ce modèle, le chercheur conçoit plutôt que les conceptions sont constituées de fragments de connaissances intuitives qui nécessitent d'être réorganisées et priorisées pour qu'il y ait changement conceptuel, ce qui permet une compréhension approfondie du phénomène étudié. Finalement, le modèle élaboré par Giordan (1989) amène l'idée que le changement conceptuel est fortement influencé par l'environnement didactique dans lequel l'enseignant doit considérer que les conceptions constituent des obstacles à l'apprentissage, mais également les cadres explicatifs dont dispose l'enfant pour interpréter un phénomène. Dans cette optique, le changement conceptuel s'appuie sur le principe « faire avec, mais aller contre », comme il l'explique dans ces propos : « l'élève devra le plus souvent aller contre sa conception initiale mais il ne le pourra qu'en faisant "avec", et cela jusqu'à ce qu'elle "craque" en ayant exploité toutes ses possibilités d'utilisation » (Giordan, 1989, p. 252).

Cependant, selon les dernières recherches en neuroéducation, il semble que les conceptions ne changent pas à la suite d'un enseignement, mais qu'elles auraient tendance à se juxtaposer (Potvin, 2017) impliquant, comme mécanisme cérébral, l'inhibition des connaissances antérieures pour acquérir adéquatement le concept scientifique étudié (Masson, 2007). À ce propos, Potvin (2013) précise « it becomes clearer and clearer that

conceptual change models should benefit from integrating the idea that initial misconceptions are not restructured, replaced, or abandoned by learners » (p. 26), mais plutôt que les « conceptions continue to exist within learners' cognitive decision-making process and interfere (more or less), even if they sometimes do not prevail » (p. 27). Selon ce chercheur, il serait, dès lors, plus approprié de parler de « *conceptual prevalence* » (Potvin, 2017, p. 63) plutôt que de changement conceptuel. Toutefois, le but de l'enseignement des sciences demeure le même, soit celui de faire en sorte que les conceptions initiales des élèves qui se révèlent non scientifiques évoluent vers des conceptions plus compatibles avec les conceptions scientifiques savantes (Ravanis, 2010). Pour cette raison, le terme « changement conceptuel » sera celui utilisé dans ce mémoire, tout en prenant en considération que la nouvelle conception émergeant à la suite des activités coexiste, dans une certaine mesure, avec la conception initiale de l'enfant.

Il importe également de rappeler que l'enfant à la maternelle, rendu au stade pré-opératoire de son développement cognitif, ne possède pas tous les prérequis cognitifs lui permettant de maîtriser certains concepts scientifiques (Canedo-Ibarra *et al.*, 2010; Ravanis, 2010; Resta-Schweitzer et Weil-Barais, 2012), ces derniers étant souvent complexes et abstraits. Plutôt que d'éviter l'enseignement de ces concepts, la recherche propose plutôt d'y initier les enfants dès leur plus jeune âge afin d'éviter l'émergence de conceptions erronées persistantes (Esbach et Fried, 2005; Potvin, 2013, 2017). À ce propos, Coquidé-Cantor et Giordan (2002) expliquent :

Tous les travaux de recherches didactiques montrent la difficulté de transformer ensuite les conceptions premières, une fois installées, surtout lorsque celles-ci s'avèrent très différentes du message que l'on souhaite « faire passer ». Tout, aujourd'hui, concorde pour dire que les apprentissages fondamentaux ont besoin d'être effectués très tôt, autrement ils ne se font pas ou se font très mal. L'enfant à l'école maternelle [...] est encore très réceptif, il est dommage de ne pas le solliciter plus largement (p. 92)

Cette initiation peut alors consister en l'appropriation, par l'enfant, de ce que Weil-Barais et Lemeignan (1994) nomment des modèles scientifiques précurseurs. Ceux-ci correspondent à une version simplifiée du modèle savant, dans lequel l'accent est mis davantage sur des éléments descriptifs qu'explicatifs (Ravanis, Christidou et Hatzinikita, 2013). Ainsi, en gardant certains éléments caractéristiques du modèle savant, les modèles précurseurs introduits à l'éducation préscolaire amènent la construction de conceptions compatibles avec les modèles savants et servent de base pour des apprentissages scientifiques ultérieurs (Canedo-Ibarra *et al.*, 2010).

De façon plus spécifique, dans le cadre de ce projet, les savoirs abordés avec les enfants concernent un concept commun aux disciplines sciences et arts : le concept général de lumière, incluant le concept d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel. De plus, ces concepts sont adaptés au stade de développement cognitif des enfants de cet âge et ils possèdent les caractéristiques de base pour choisir un thème scientifique à explorer avec des enfants de maternelle. En effet, ces concepts sont observables à l'aide des sens, ils peuvent être manipulés et ils font partie du quotidien des enfants (Cantin et Bigras, 2007; DeVries et Kholberg, 1990, cités dans Hendrick, 1993).

En bref, les concepts ciblés visent à amener l'enfant à comprendre que la **lumière** est un faisceau se déplaçant en ligne droite qui peut être bloqué par un obstacle, amenant la formation d'une **ombre**. La lumière peut aussi être décomposée à l'aide d'un prisme en bandes de couleur constituant le spectre de la lumière, grâce au principe de **réfraction**. La réfraction réfère au changement de direction effectué par la lumière lorsqu'elle change de milieu, permettant d'expliquer le phénomène d'**arc-en-ciel** (Thouin, 2017).

Les jeunes enfants, familiers avec le sens commun plutôt que scientifique du concept de lumière, peuvent avoir développé certaines conceptions erronées relativement à ce concept. Certains auteurs ont d'ailleurs répertorié les conceptions initiales fréquentes associées au concept de lumière. Bien que celles-ci peuvent varier selon les individus et même selon le contexte (Reuter, Cohen-Azria, Daunay, Delcambre et Lahanier-Reuter, 2007), ces conceptions initiales constituent un portrait général servant de base pour enseigner ce concept scientifique. Habituellement, certains enfants croient que l'œil émet des rayons lumineux vers un objet (Toussaint *et al.*, 2001) ou encore que tous les objets visibles émettent de la lumière, alors que ceux-ci la réfléchissent (Thouin, 2017). Pour d'autres, il est difficile de concevoir que la lumière est une entité indépendante de sa source (Ravanis *et al.*, 2013) ou des effets qu'elle provoque (Ravanis, 2010). De plus, certains enfants considèrent les ombres comme étant des entités matérielles (Esbach et Fried, 2005). Le concept de lumière s'avère donc être un concept adéquat pour effectuer une recherche sur les sciences et les arts auprès d'enfants de la maternelle, puisqu'un changement conceptuel est susceptible de se produire à la suite de l'intervention.

2.2. Domaines d'apprentissage soutenant le développement cognitif

Selon le MELS (2006), à la maternelle, une façon de faire évoluer les conceptions des enfants et de développer des habiletés et des attitudes relatives à la dimension cognitive du développement global est de les initier à divers domaines d'apprentissage. Les domaines d'apprentissage ciblés par le programme d'éducation préscolaire en lien avec le développement cognitif sont les sciences et la technologie, les arts, l'univers social et la mathématique (MELS, 2006). À l'intérieur de ces domaines d'apprentissage se retrouvent différentes disciplines servant de contexte pour que les enfants explorent le monde qui les entoure et le comprennent. Puisque les disciplines sciences et arts possèdent plusieurs points communs, quant aux habiletés, aux attitudes et aux concepts développés par leur exploration respective, ce sont ces disciplines qui sont retenues pour ce projet. Celles-ci sont davantage définies dans les sections suivantes, relativement au programme de l'éducation préscolaire, mais également en ce qui concerne le développement cognitif et ses manifestations étudiées dans ce mémoire : les habiletés de résolution de problèmes, la créativité et les concepts scientifiques.

2.2.1. Définition de la discipline sciences

Les sciences constituent une discipline particulièrement susceptible de soutenir le développement cognitif des enfants (Eshach et Fried, 2005) en favorisant le recours à des habiletés intellectuelles comme « le questionnement », « l'observation méthodique » et « la vérification expérimentale », tout en « sollicitant la créativité » (MELS, 2006, p. 144). Selon Thouin (2017), les sciences visent à décrire, à expliquer et à prédire des phénomènes

ou des systèmes. Le MELS (2006) ajoute que cette discipline « recherche les relations qui permettent de faire des prédictions et de déterminer les causes de phénomènes naturels » (p. 144).

À l'éducation préscolaire et au primaire, les sciences comportent deux dimensions complémentaires : l'activité scientifique et les savoirs portant sur différents concepts scientifiques. L'activité scientifique réfère à un ensemble d'actions réalisées par l'élève pour répondre à un questionnement initial, ce qui conduit à l'élaboration des savoirs scientifiques, sous forme d'énoncés, de lois, etc. (Thouin, 2017). Dans cette optique, selon Charpak (1996), les élèves ne devraient pas effectuer des manipulations et des expérimentations dans un but purement ludique, mais bien pour répondre à un questionnement suscitant leur intérêt. Les concepts scientifiques explorés à la maternelle, issus du milieu environnant, permettent ainsi aux enfants de se questionner et d'enquêter conjointement avec l'enseignant (Davis et Keller, 2009). Le recours à la démarche scientifique s'avère par ailleurs utile, alors qu'elle encourage l'enfant à agir avec rigueur et créativité sur un phénomène afin de mieux le comprendre (Giordan et Pellaud, 2008). Par conséquent, la démarche scientifique se veut

à la fois une attitude de prise de recul sur le monde et sur soi et une manière de penser, d'appréhender la réalité, d'interagir avec elle. Elle comprend beaucoup de créativité – élaborer une hypothèse, une expérience, demande une grande imagination pour dépasser les modèles et les idées en place – et en même temps, elle nécessite beaucoup de rigueur dans le raisonnement et d'esprit critique (Giordan et Pellaud, 2008, p. 56)

Un modèle de la démarche scientifique à privilégier à l'éducation préscolaire est présenté à la figure 2. La première phase engage l'enfant dans la démarche de résolution de problèmes à la suite d'un questionnement suscitant son intérêt. L'enfant de niveau préscolaire, rendu au stade préopératoire de son développement cognitif, est capable de recourir à la représentation mentale et, par conséquent, d'effectuer différentes opérations mentales nécessaires à l'élaboration d'hypothèses (Thouin, 2017). Cette phase implique donc une période de planification et de prédiction préalable aux expérimentations. Toutefois, la manipulation, c'est-à-dire l'expérience concrète, demeure indispensable pour effectuer des apprentissages à l'éducation préscolaire (Cantin et Bigras, 2007; Thouin, 2017), d'où l'importance accordée au processus d'exploration et d'expérimentation dans la deuxième phase de la démarche scientifique pour la construction des connaissances. Finalement, la démarche scientifique implique une phase de réflexion lors de laquelle les apprentissages sont consolidés, notamment par les échanges avec les pairs et l'enseignant. Il importe de souligner que cette démarche, non linéaire, favorise la stratégie de tâtonnement encouragée à l'éducation préscolaire pour résoudre des problèmes et développer la créativité, suscitant des allers-retours entre les questionnements, les expérimentations et la réflexion.

2.2.2. Définition de la discipline arts

Alors que les sciences s'avèrent une alliée précieuse pour stimuler le développement cognitif des enfants, le MELS s'intéresse également au domaine des arts pour y parvenir.

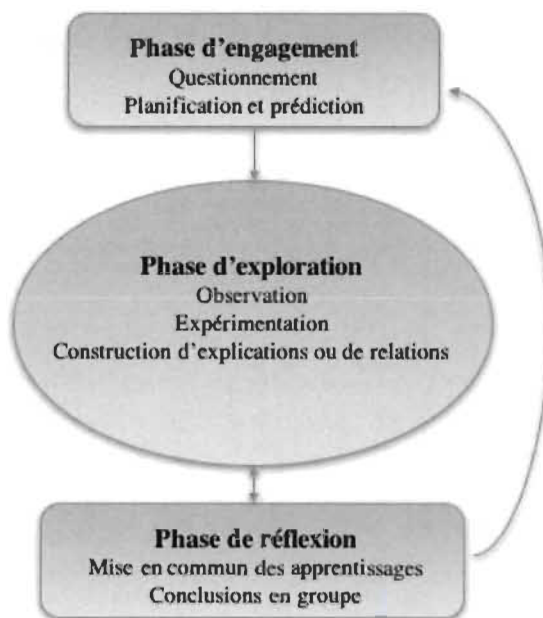


Figure 2. Démarche scientifique à l'éducation préscolaire
(inspirée de Education Development Center, cité dans Giordan et Pellaud, 2008, et de Hoisington, Chalufour, Winokur et Clark-Chiarelli, 2014)

En effet, Poldberg et ses collaborateurs (2013) relèvent le fait que plusieurs chercheurs considèrent « that artistic ways of thinking extend cognition and represent higher-order thinking » (p. 5). Dans le PFEQ, les arts, dans son sens large, réfèrent à quatre formes d'arts représentant différentes disciplines artistiques : les arts plastiques, l'art dramatique, la musique et la danse. D'ailleurs, pour que l'on puisse référer au sens large du terme dans le domaine de l'éducation, Horowitz et Webb-Dempsey (2002) considèrent que chacune des formes artistiques mentionnées doit être exploitée. Dans chacune de ces disciplines artistiques, la création est au cœur même de leur exploration et elle est facilitée par la mise en place de la démarche de création (Lynch-Fraser, 1991). Tout comme la démarche

scientifique, celle-ci comprend trois phases interreliées : l'inspiration, l'élaboration et la mise en perspective (MELS, 2006), comme présentée à la figure 3.

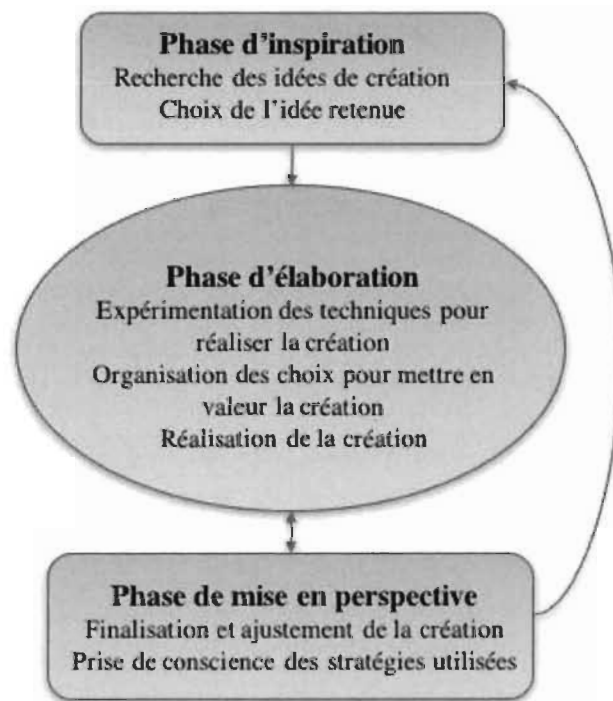


Figure 3. Démarche de création utilisée dans le domaine des arts

Dans la première phase, lorsque l'enfant fait face à la proposition de création, il doit réactiver ses connaissances antérieures, puis rechercher des informations qui lui permettent de s'inspirer et de trouver des idées de création possibles. Dans plusieurs cas, la proposition de création prend la forme d'un problème à résoudre, stimulant ainsi les habiletés de résolution de problèmes (p. ex., comment représenter des phénomènes météorologiques par une danse, une œuvre musicale ou une réalisation plastique?). Il existe donc un lien entre cette phase et la première phase de la démarche scientifique présentée à la

figure 2, soit la phase d'engagement. La deuxième phase de la démarche de création consiste en l'élaboration, semblable à la phase d'exploration de la démarche scientifique. Cette phase s'effectue en deux temps. D'abord, en l'expérimentation des techniques propres à la discipline artistique proposée, pour ensuite réaliser une création répondant au problème soumis au départ. Finalement, la phase de mise en perspective permet à l'enfant de prendre du recul par rapport à sa création, de discuter avec ses pairs et de prendre conscience des démarches et des stratégies utilisées (Carreau, 2010; Lynch-Fraser, 1991). Encore une fois, un parallèle peut être établi avec la dernière phase de la démarche scientifique, soit la phase de réflexion. Dans tous les cas, lorsqu'il est question d'arts à l'éducation préscolaire, tout comme les sciences (Morrison, 2012), il importe d'accorder plus d'importance au processus et aux attitudes qu'au produit final (Carreau, 2010; Hendrick, 1993), puisque le jeune enfant n'a pas encore les capacités motrices et intellectuelles pour représenter la réalité telle qu'elle est (Papalia et Olds, 2005; Pelletier, 2001).

Bien que les disciplines artistiques possèdent des points en commun, notamment en ce qui a trait à la démarche de création, elles possèdent également des particularités qui leur sont propres. Les paragraphes suivants permettent d'expliquer ces dernières et d'illustrer davantage la forme que ces disciplines prennent dans une classe de maternelle pour stimuler le développement cognitif des enfants et soutenir leur potentiel créateur.

2.2.2.1. Arts plastiques

Les arts plastiques se définissent comme étant « la transformation d'un matériel en usant de techniques, dans le but de créer une image personnalisée » (Carreau, 2010, p. 126). Dans un même ordre d'idées, le MELS (2006) considère que

l'élève, tout en se familiarisant progressivement avec la transformation matérielle, les gestes, les outils et le langage propres aux arts plastiques, développe sa créativité par l'action simultanée de l'imagination créatrice, de la pensée divergente et de la pensée convergente. Le fait de partager son expérience de création et de rendre compte de ses façons de faire lui permet de mieux intégrer ses apprentissages (p. 212)

À l'opposé du bricolage, qui amène l'enfant à recopier un modèle fourni par l'enseignant, les arts plastiques le placent dans une démarche de création l'amenant à utiliser ses connaissances antérieures et ses découvertes pour réaliser une production personnalisée (Carreau, 2010; Champagne, 2004). Lagoutte (2002) précise que les arts plastiques à la maternelle permettent à l'enfant de créer « des objets symboliques qui sont des questionnements et qui l'aident à comprendre le monde dans lequel il vit » (p. 6). Les arts plastiques, tout comme les sciences d'ailleurs, sollicitent la mise en place de différentes opérations mentales pour transformer la matière (Lagoutte, 2002) dans le but de « matérialiser concrètement ses idées [...] et de trouver différentes façons de résoudre un problème » (Champagne, 2004, p. 9).

2.2.2.2. Art dramatique

Une deuxième discipline relative au domaine artistique à explorer à la maternelle pour soutenir le développement cognitif et stimuler la créativité est l'art dramatique

(Gupta, 2009), c'est-à-dire « la création et l'interprétation d'œuvres dans lesquelles interagissent des personnages en action » (MELS, 2006, p. 196). À la maternelle, l'art dramatique possède un attrait particulier pour les enfants, alors qu'il leur permet de s'exprimer, d'exprimer leur créativité et d'apprendre en se questionnant sur le monde dans lequel ils vivent (Gauthier, 2010). En effet, les activités d'art dramatique amènent les enfants à faire appel à leur imagination pour exprimer leurs connaissances d'une situation ou d'un concept, reflétant par le fait même le degré de compréhension de la situation ou du concept exprimé (Gauthier, 2010).

Cet art peut prendre différentes formes à la maternelle en fonction du degré d'implication de l'enseignant et de l'élève (Lobman et Clark, 2015). Par conséquent, les activités d'art dramatique vécues à la maternelle se situent sur un continuum sur lequel on retrouve à une extrémité les activités dirigées entièrement par l'élève, et ce, de façon non structurée, et à l'autre extrémité celles dirigées par l'enseignant dans une forme structurée (Lobman et Clark, 2015). Toutefois, afin de favoriser le développement cognitif des enfants par l'exploration de cet art, il est nécessaire que les activités d'art dramatique choisies impliquent le jeu de rôle et l'improvisation. Si tel est le cas, l'art dramatique « is an ideal learning tool for enhancing children's problem solving abilities » pouvant « promote rich learning in children as it engages their emotional, cognitive and verbal skills through active play that explores real life personal feelings and situations » (McLennan, 2012, p. 407-408).

2.2.2.3. Musique

La troisième discipline du domaine artistique à explorer à l'éducation préscolaire est la musique, qui se définit, pour sa part, comme étant « l'art de produire et de combiner des sons suivant certaines règles qui varient selon les lieux et les époques à des fins d'expression, de communication et de création » (MELS, 2006, p. 238). En raison de son côté multisensoriel, la musique s'avère un moyen efficace pour soutenir le développement global de l'enfant (Bolduc, 2010). De façon plus spécifique, le raisonnement, de même que la mémoire, une alliée précieuse du développement cognitif, sont des capacités qui se développent, entre autres, par le recours à la musique (Malenfant, 2014; Piro, 2010; Radocy et Boyle, 2003), de même que la créativité, lorsque l'enfant invente des mélodies ou explore la musique à l'aide d'instruments de musique (Bolduc, 2010). D'ailleurs, le *National Association for Music Education* (2014) a placé la créativité au cœur de l'enseignement de cette discipline, correspondant à un des quatre piliers de leurs standards sur l'éducation en musique aux États-Unis, avec la connectivité qui, de leur point de vue, correspond à l'association de la musique aux autres disciplines, renvoyant au concept d'interdisciplinarité étudié dans le cadre de cette recherche.

De façon plus spécifique à l'éducation préscolaire, la musique correspond à différents types d'activités, dont les principales sont le chant, l'écoute de musique, la pratique de différents instruments de musique et la création de mélodies (Bolduc, 2010; Cerniglia, 2013). Toutefois, Gillespie et Glider (2010) ont observé que la musique dans les classes de maternelle était surtout utilisée sous forme de comptines pour faire

apprendre des concepts (p. ex., les chiffres, l'alphabet, les animaux, etc.) ou pour faciliter les routines (p. ex., le lavage de main, le rangement de jouets, etc.). Ces activités, quoiqu'indispensables dans une classe de maternelle, n'amènent pas les enfants à explorer et à expérimenter la musique et les sons par eux-mêmes. Conséquemment, sans cette liberté d'exploration de la musique, le potentiel créateur lié à la musique devient limité (Cerniglia, 2013), de même que la stimulation de la sphère cognitive des enfants. Les enseignants de maternelle ne devraient donc pas s'y limiter, d'autant plus que cette exploration libre ne demande pas de compétences spécifiques en musique de la part de l'enseignant.

2.2.2.4. Danse

Finalement, la danse constitue également une discipline du domaine artistique qui démontre un impact positif sur le développement cognitif des enfants (Becker, 2013; Furmanek, 2014), notamment grâce à la démarche de création et de résolution de problèmes associée à la danse (Giguere, 2011). En effet, si la danse est amenée comme un moyen de résoudre des problèmes par une approche kinesthésique, l'enfant teste de nouvelles idées et exerce sa créativité (Becker, 2013). Puisque la danse implique un engagement cognitif important (Giguere, 2011), son usage pour enseigner des notions appartenant à différentes disciplines, dont les mathématiques (Becker, 2013; Furmanek, 2014; Giguere, 2011), les sciences (Becker, 2013; Furmanek, 2014) et l'univers social (Becker, 2013), semble favoriser les apprentissages dans ces disciplines. La danse permet alors d'explorer différents concepts (dont ceux scientifiques) en les exprimant ou en les

représentant à l'aide du corps. Ce lien entre les apprentissages et le mouvement est particulièrement présent auprès des jeunes enfants, pour qui le mouvement est naturel (Furmanek, 2014) et le corps est un objet qu'ils utilisent spontanément pour découvrir le monde (Deans et Cohns, 2015).

Dans le PFEQ, la danse est définie comme « l'art de produire et d'agencer des mouvements à des fins d'expression, de communication et de création » (MELS, 2006, p. 224). En fonction du type de danse proposé, la danse contribue au développement global de l'enfant. D'un côté, la danse traditionnelle exploite davantage le développement moteur et social de l'enfant, alors que la danse créative, pour sa part, donne la possibilité au jeune apprenant de découvrir le monde et de développer sa créativité (Durepos et Cloutier, 2010). De ce fait, Sansom (2009) soutient que ce type de danse est celui à privilégier auprès des jeunes enfants pour stimuler la sphère cognitive de leur développement.

La présentation des disciplines sciences et arts a permis de relever plusieurs points de convergence entre ces deux disciplines. Tout d'abord, la démarche utilisée en sciences et en arts comporte des points communs, dont la possibilité de recourir à une approche par résolution de problèmes (Nichols et Stephens, 2013). Celle-ci amène alors l'enfant à manipuler la matière et à expérimenter à partir de techniques propres à chaque discipline, et ce, dans un but commun, soit celui de mieux comprendre le monde qui l'entoure,

contribuant par le fait même à son développement cognitif. À ce propos, Nichols et Stephens (2013) mentionnent que

[b]oth the scientific method and creative process are cyclical and similar to each other. There is a question or problem, followed by hypotheses, and then experiments are conducted in an effort to answer or express an understanding of the problem or question. The researcher or artist/performer, then analyses the results, which leads to more questions bringing the artist or scientist back to the beginning of the cycle (p. 5)

De plus, la créativité est présente dans chacune de ces démarches, permettant, d'une part, à l'enfant d'émettre des hypothèses ou des prédictions sur les problèmes proposés et, d'autre part, de produire une œuvre personnelle exprimant et reflétant sa compréhension des concepts étudiés (Nichols et Stephens, 2013). L'approche interdisciplinaire, ou l'interdisciplinarité, impliquant les sciences et les arts lors de l'enseignement semble donc se révéler pertinente pour stimuler la sphère cognitive du développement des enfants de la maternelle, un concept que la prochaine section vise à approfondir.

2.3. Interdisciplinarité

En contexte d'enseignement, le fait de créer des liens entre plusieurs disciplines réfère directement au concept d'interdisciplinarité. Cependant, ce concept peut prendre plusieurs formes en fonction du degré de collaboration entre les disciplines impliquées. Dans cette section, il est donc question de l'interdisciplinarité au sens large et strict, avant de présenter le choix théorique retenu pour ce projet.

2.3.1. Interdisciplinarité au sens large et strict

Comme le constatent Samson, Simard, Gareau et Allard (2017), il n'existe pas de consensus clair dans la documentation scientifique permettant de définir de façon univoque le concept d'interdisciplinarité. Dans sa forme la plus large, l'interdisciplinarité inclut différents types de collaboration entre les disciplines. On parle alors de transdisciplinarité, de pluridisciplinarité et de multidisciplinarité, de même que de l'interdisciplinarité au sens strict. Le tableau 3 présente certaines caractéristiques inhérentes à chacun de ces concepts.

Tableau 3

Types de collaboration se rapportant au concept de l'interdisciplinarité au sens large

<i>Type de collaboration</i>	<i>Caractéristiques</i>
<i>Transdisciplinarité</i>	Utilisation des apprentissages réalisés dans une discipline dans un nouveau contexte en présence d'une autre discipline (Rey, 1996, cité dans Fourez, 2001)
<i>Pluridisciplinarité</i>	Présence d'un thème qui permet la juxtaposition de notions inhérentes à différentes disciplines, sans but conjoint (Fourez, 2001; Hasni et Lebeaume, 2008)
<i>Multidisciplinarité</i>	Présence d'un problème qui permet la juxtaposition de notions inhérentes à différentes disciplines dans le but de réaliser un projet commun (Fourez, 2001; Hasni et Lebeaume, 2008)
<i>Interdisciplinarité (sens strict)</i>	Présence d'au moins deux disciplines mises en relation qui permettent de résoudre une problématique de façon complémentaire et égalitaire (Hasni et Lebeaume, 2008; Maingain, Dufour et Fourez, 2002)

L'interdisciplinarité au sens strict, dont la mise en place passe par la collaboration des disciplines respectives autour d'un objet commun (Darbellay et Paulsen, 2008), est celle qui est retenue dans ce projet. Une définition encore plus pointue de ce concept est proposée par Lenoir et Sauvé (1998), qui considèrent que l'interdisciplinarité est

la mise en relation de deux ou de plusieurs disciplines scolaires qui s'exerce à la fois aux niveaux curriculaire, didactique et pédagogique et qui conduit à l'établissement de liens de complémentarité ou de coopération, d'interpénétrations ou d'actions réciproques entre elles sous divers aspects (finalités, objets d'études, concepts et notions, démarches d'apprentissage, habiletés techniques, etc.), en vue de favoriser l'intégration des processus d'apprentissage et des savoirs chez les élèves (p. 121)

2.3.2. *Interdisciplinarité avec les arts*

S'il existe une multitude de définitions du concept de l'interdisciplinarité dans la documentation scientifique, c'est également le cas du concept des arts intégrés (*arts integration*). La recension des écrits effectuée par Burnaford et ses collaborateurs (2007) sur les différentes formes d'intégration des arts à d'autres disciplines met en relief trois significations particulières retrouvées dans la documentation scientifique.

Dans le premier cas, l'intégration des arts aux autres disciplines réfère à la collaboration d'artistes ou de spécialistes en arts qui viennent soutenir le titulaire dans son enseignement disciplinaire. Dans le deuxième cas, l'intégration des arts renvoie à l'utilisation des arts comme outil pour enseigner d'autres disciplines. C'est ce que l'on nomme l'apprentissage par et avec les arts, alors que le dessin ou le théâtre deviennent des instruments permettant de mieux s'appropriier les concepts enseignés dans une autre

discipline. Dans le dernier cas, l'interdisciplinarité avec les arts se rapporte à la définition de l'interdisciplinarité au sens strict, comme décrite préalablement et retenue dans ce projet. Il s'agit alors d'enseigner la discipline artistique et une autre discipline de façon complémentaire autour d'un concept commun et d'une démarche similaire. C'est ce que Burnaford et ses collaborateurs (2007) appellent « arts integration as a curricular connections process » (p. 13).

2.3.3. Choix théorique dans le cadre de cette recherche

Conformément à la définition de l'interdisciplinarité au sens strict présentée préalablement, le modèle d'interdisciplinarité proposé par Lowe (2002) se révèle particulièrement intéressant. Le but de l'enseignement interdisciplinaire, pour cette chercheuse qui s'est intéressée à l'interdisciplinarité entre la musique et la langue, est de « faciliter la création de liens entre ces matières connexes pour assurer un apprentissage plus réel, concret et global qui, à long terme, contribuera à l'actualisation du plein potentiel de chaque élève. » (*Ibid.*, p. 12). Dans cette optique, l'enseignant tente de faire des ponts entre les différentes disciplines, tout en gardant certains éléments propres à chaque discipline. Son modèle correspond alors à un enseignement associé à différentes disciplines à partir de leurs similitudes concernant les concepts, les processus d'apprentissage et les habiletés, ayant pour but d'actualiser le potentiel de l'élève en assurant des apprentissages globaux et durables (Lowe, 2002).

La recherche effectuée dans le cadre de ce mémoire prend appui sur ce modèle, puisque l'enseignement interdisciplinaire qui y est proposé réfère au recours aux disciplines sciences et arts pour explorer un concept commun à ces deux disciplines : la lumière, et pour exploiter une habileté et attitude communes : la résolution de problèmes et la créativité, afin de favoriser le développement cognitif de l'enfant.

2.3.4. Objectifs de recherche

Sachant que les concepts relatifs à ce projet de recherche, présentés à la figure 1, ont été explicités, un objectif général et deux objectifs spécifiques découlant des manifestations observables du développement cognitif sont ciblés afin de répondre à la question de recherche initiale.

Objectif général :

Explorer les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur le développement cognitif des élèves de maternelle.

Objectifs spécifiques :

1. Évaluer les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur les conceptions associées au concept général de lumière, incluant celui des ombres, de la réfraction et de l'arc-en-ciel, auprès d'une classe de maternelle.
2. Explorer et décrire les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur
 - a) le développement d'habiletés de résolution de problèmes et b) le développement de la créativité auprès d'enfants d'une classe de maternelle.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

Alors que les principaux concepts liés au problème de recherche ont été définis et opérationnalisés au chapitre précédent, il convient désormais de s'intéresser au contexte dans lequel se déroule cette étude qui vise à explorer différents effets de l'approche interdisciplinaire sur le développement cognitif d'élèves de la maternelle. Le présent chapitre porte donc sur la méthodologie. Il y est question des choix méthodologiques effectués, des méthodes de collecte de données et d'analyse choisies, ainsi que de la procédure décrivant le déroulement de l'intervention en classe.

3.1. Choix méthodologiques

Afin de répondre à la question de recherche : « Quels sont les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts à l'éducation préscolaire quant au développement cognitif des enfants? », la posture épistémologique adoptée par l'étudiante-chercheuse consiste en la conception interprétative de la science. À l'intérieur de celle-ci, l'objet d'étude peut être interprété, puisqu'il est issu du réel et qu'il résulte de l'interaction du chercheur avec l'objet d'étude dans son contexte (Karsenti et Savoie-Zajc, 2011). L'objet d'étude correspondant à différentes manifestations du développement cognitif des enfants lors des activités d'enseignement interdisciplinaire, cette posture permet d'exposer l'expérience vécue par les enfants amenant une construction de sens par l'étudiante-chercheuse. De cette posture découle l'approche méthodologique retenue dans ce projet, une méthodologie de nature qualitative, exploratoire et descriptive. Ce type de méthodologie permet d'obtenir une compréhension préliminaire d'un phénomène pour lequel peu de

documentation scientifique existe (Karsenti et Savoie-Zajc, 2011), dans ce cas-ci, l'interdisciplinarité au niveau préscolaire, et de le décrire afin de mieux le comprendre (Fortin et Gagnon, 2016). De façon plus spécifique, cette recherche s'inspire de celle réalisée par Dogru et Seker en 2012, qui a permis d'explorer et de décrire, par une approche qualitative, l'effet des activités scientifiques sur l'acquisition de concepts chez des enfants de cinq et six ans.

3.2. Déontologie

Conformément à la politique d'éthique de la recherche avec des êtres humains, un certificat d'éthique a été obtenu pour effectuer cette recherche (CER-17-232-07.11). Celui-ci se retrouve à l'appendice A. De plus, pour assurer l'anonymat des participants, un prénom fictif a été attribué à chaque enfant et le nom de l'enseignante et de l'école n'est pas divulgué.

3.3. Collecte de données

Les paragraphes suivants présentent l'échantillon et les outils de collecte de données choisis afin d'atteindre les objectifs de recherche. Ceux-ci ont été retenus puisqu'ils permettent de recueillir des données susceptibles de démontrer les effets de l'approche interdisciplinaire sur les conceptions des élèves de maternelle relativement au concept général de lumière, ainsi que sur leurs habiletés de résolution de problèmes et leur créativité.

3.3.1. Échantillon

Ce projet de recherche étudie le développement cognitif d'enfants de la maternelle issus d'écoles publiques de la région de la Mauricie. De cette population, les participants sélectionnés pour atteindre le premier objectif spécifique de recherche correspondent aux dix-sept enfants d'une classe de maternelle cinq ans d'une école de la grande région de Trois-Rivières. Ceci correspond à un échantillon scientifiquement valide, comme expliqué par Savoie-Zajc (2006), d'abord par son aspect intentionnel, c'est-à-dire qui vise à répondre à la question de recherche, ensuite, par le fait qu'il cible certains critères justifiant de façon théorique l'échantillon. Dans ce cas-ci, l'échantillon choisi doit permettre d'observer le développement cognitif d'enfants au stade préopératoire de leur développement cognitif, donc des enfants de cinq et six ans. De plus, le choix de cet échantillon se justifie également par des préoccupations d'ordre logistique, soit l'accessibilité et la facilité d'entrée dans le milieu (Savoie-Zajc, 2006). Il s'agit donc d'un échantillon de convenance, défini comme « un échantillon composé de personnes facilement accessibles qui répondent à des critères d'inclusion précis » (Fortin et Gagnon, 2016, p. 269). En effet, l'école dans laquelle l'étudiante-chercheuse travaille comprend trois classes de maternelle cinq ans. La classe choisie pour effectuer la collecte des données correspond à celle dont l'enseignante titulaire s'est montrée volontaire pour participer à l'étude et les participants correspondent aux enfants de cette classe pour qui le consentement des parents a été obtenu, c'est-à-dire l'ensemble des élèves de cette classe. La lettre de consentement utilisée auprès des parents des participants est disponible à l'appendice B. Plus précisément, l'âge moyen des enfants constituant cet échantillon est

de 6,11 ans, 59 % sont des garçons, 41 % des filles, et tous sont francophones, d'origine québécoise.

Le deuxième objectif spécifique, qui s'intéresse à la résolution de problèmes et à la créativité, requière, quant à lui, un échantillon plus restreint afin de permettre une observation plus poussée de chacun des participants. En effet, « l'observation en situation ne peut s'utiliser que pour l'étude d'objets restreints », comme des « petits groupes » (Martineau, 2005, p. 15). Pour ce faire, les participants choisis pour atteindre cet objectif correspondent à six enfants sélectionnés à partir des élèves de la classe. Le choix de ces six enfants a été effectué conjointement avec l'enseignante titulaire dans le but de former un groupe hétérogène représentatif de l'échantillon initial en termes d'âge, de genre et de développement cognitif basé sur la cote inscrite à la compétence 5 dans le bulletin précédant l'intervention. Le tableau 4 présente les caractéristiques des six enfants correspondant à ce sous-échantillon.

3.3.2. Outils de collecte de données

Afin de répondre aux différents objectifs poursuivis dont l'objectif général est d'explorer les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur le développement cognitif des enfants de cinq et six ans, plusieurs outils de collecte de données sont utilisés. Comme il a été présenté au chapitre précédent, le développement cognitif est un concept qui nécessite d'être opérationnalisé pour être évalué. De ce fait, trois

Tableau 4

Caractéristiques des participants du sous-échantillon

	<i>Genre</i>		<i>Âge</i>		<i>Niveau de développement cognitif</i>
	Fille	Garçon	5 ans	6 ans	Cote au bulletin à l'hiver 2017
<i>Participant 1</i>		X		X	A
<i>Participant 2</i>	X		X		A
<i>Participant 3</i>	X			X	B
<i>Participant 4</i>	X			X	B
<i>Participant 5</i>		X		X	B
<i>Participant 6</i>		X	X		C

manifestations observables sont ciblées dans le cadre de ce mémoire : les conceptions sur le concept général de lumière, incluant le concept d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel, les habiletés de résolution de problèmes et la créativité. Les outils sélectionnés assurent ainsi de recueillir des données sur chacune de ces manifestations observables, permettant par la suite d'inférer les effets de l'intervention sur le développement cognitif des enfants.

De même, afin d'assurer une triangulation des méthodes de collecte de données (Baribeau, 2005) et de compenser certaines limites associées aux méthodes utilisées de façon individuelle (Karsenti et Savoie-Zajc, 2011), l'étudiante-chercheuse remplit un journal de bord dans lequel toutes les informations jugées pertinentes sont compilées à

chacune des activités d'enseignement avec les élèves. Le journal de bord, comme défini par Baribeau (2005),

est constitué de traces écrites, laissées par un chercheur, dont le contenu concerne la narration d'évènements (au sens très large; les évènements peuvent concerner des idées, des émotions, des pensées, des décisions, des faits, des citations ou des extraits de lecture, des descriptions de choses vues ou de paroles entendues) contextualisés » (p. 100)

Ces données s'avèrent utiles pour « objectiver la subjectivité » (Martineau, 2005, p. 10), c'est-à-dire de prendre une distance par rapport à l'objet étudié. Elles servent également à expliquer ou à nuancer certains résultats lors de l'interprétation des données, et à fournir des informations sur le contexte dans lequel se déroule la recherche, facilitant la transférabilité des résultats de recherche (Baribeau, 2005). Le journal de bord représente donc un outil assurant la validité interne et externe du processus de recherche qualitative (Baribeau, 2005).

3.3.2.1. Outils de collecte de données sur les conceptions

Afin de recueillir les données sur les conceptions des enfants associées à des concepts scientifiques, ce qui correspond au premier objectif spécifique de cette recherche, l'étudiante-chercheuse a recours au dessin, puisqu'il constitue l'outil idéal au niveau préscolaire pour mettre en lumière les conceptions des enfants (Dogru et Seker, 2012). Le dessin permet également de refléter le niveau de cognition de l'enfant, en illustrant ce que ce dernier connaît plutôt que ce qu'il voit (Strommen, 1988, cité dans Chang, 2012). De même, une étude réalisée par Chang (2012) a permis de relever différents rôles associés aux dessins dans la construction de concepts scientifiques. En

plus du rôle d'outil d'évaluation des conceptions initiales et des apprentissages réalisés (Jonhson, 1990 et Malchiodi, 1998, cités dans Chang, 2012), il apparaît que le dessin est également un outil de communication permettant aux jeunes enfants de s'exprimer plus librement (Chang, 2012). Toutefois, puisque la signification d'un dessin peut différer entre l'enfant qui le dessine et l'adulte qui l'observe et l'analyse, il importe qu'un adulte discute du dessin avec l'enfant (*Ibid.*). Par conséquent, les dessins sont accompagnés des commentaires descriptifs et explicatifs des enfants qui sont collectés après leur réalisation à l'aide d'un entretien semi-dirigé.

Selon Savoie-Zajc (2009), l'entretien semi-dirigé, aussi appelé l'entrevue semi-dirigée, consiste en un échange verbal à propos de différents thèmes devant être explorés par le participant, qui permet au chercheur de « rendre explicite l'univers de l'autre » (Savoie-Zajc, 2009, p. 342) en clarifiant ce que le participant pense. Son avantage réside dans le fait que le chercheur peut adapter son schéma d'entretien au fur et à mesure que se déroule l'entretien (*Ibid.*). Ceci est d'autant plus important puisque cette recherche concerne des enfants de niveau préscolaire. En effet, il s'avère nécessaire que l'étudiante-chercheuse soit autorisée à reformuler certains énoncés afin qu'ils soient compris par tous les enfants participant à l'étude et à poser des questions de clarification, dont certaines sont prédéterminées, afin d'obtenir une compréhension riche du phénomène à l'étude. Le fait de recourir aux dessins et à l'entretien semi-dirigé permet également une triangulation des données, alors que deux outils différents sont utilisés pour recueillir l'information (Fortin et Gagnon, 2016). Ainsi, pour chacun des quatre concepts scientifiques explorés

lors de cette étude, soit la lumière, les ombres, la réfraction et l'arc-en-ciel, les dix-sept élèves de la classe réalisent d'abord les dessins représentant ces concepts. Par la suite, l'étudiante-chercheuse rencontre individuellement chacun des participants afin de les questionner sur les dessins qu'ils ont faits et sur les concepts eux-mêmes, en posant les questions du questionnaire présenté à l'appendice C. Aussi, comme recommandé par Savoie-Zajc (2009), l'entretien est enregistré afin de permettre de transcrire le discours des participants en *verbatim*, une étape préalable à l'analyse et à l'interprétation des résultats.

Enfin, pour assurer une meilleure interprétation de ces résultats et pour mieux cerner les effets de l'approche interdisciplinaire, la collecte de données à l'aide du dessin et de l'entretien semi-dirigé est réalisée à deux moments durant l'étude. La première collecte de données sur les conceptions est effectuée avant les activités d'enseignement de nature interdisciplinaire, permettant ainsi de mettre en lumière les conceptions initiales des enfants sur chacun des concepts. Une seconde collecte a lieu à la fin des activités d'enseignement interdisciplinaire, soit quatre semaines après le début de l'étude, faisant état des apprentissages et des changements conceptuels réalisés par les enfants à la suite des expérimentations.

3.3.2.2. Outils de collecte de données sur les habiletés de résolution de problèmes et la créativité

Pour atteindre le deuxième objectif spécifique de cette recherche, une méthode de collecte de données différente est utilisée, soit l'observation participante. Celle-ci permet de collecter des données sur le développement des habiletés de résolution de problèmes et sur la créativité pour six élèves de la classe. L'observation participante se définit comme un « outil de cueillette de données où le chercheur devient le témoin des comportements des individus et des pratiques au sein des groupes en séjournant sur les lieux mêmes où ils se déroulent » (Martineau, 2005, p. 6). Puisque l'étudiante-chercheuse est aussi enseignante dans l'école où se déroule l'étude, il est possible de qualifier cette observation de « participante complète par opportunité » (Lapassade, 2016).

Par ailleurs, puisque cette immersion dans l'objet de recherche procure une quantité importante de données, il devient nécessaire de cibler certains éléments afin de centrer son regard sur ceux-ci, tout en restant néanmoins ouvert à la nouveauté (Martineau, 2016). Pour y arriver, une grille d'observation (appendice D) a été conçue par l'étudiante-chercheuse et validée par une spécialiste de l'éducation préscolaire. Cette grille, de type systémique, y identifie les dimensions à observer liées au cadre de référence (Martineau, 2016). Elle s'inspire donc en partie du *Early Learning Standards Inventory* (Phillips *et al.*, 2010) et de l'adaptation effectuée par Cheung (2010) du *Torrance Tests of Creative Thinking*. En ce qui a trait à la résolution de problèmes, à la lumière du cadre de référence, il est alors question de la capacité de l'élève à émettre des hypothèses, à proposer des

solutions, à les tester par tâtonnement, avec l'aide de ses pairs si besoin, et en s'appuyant sur ses connaissances antérieures. En ce qui concerne la créativité, trois composantes de la créativité présentées dans le cadre de référence sont retenues pour fin d'observation : la fluidité des idées, la flexibilité des idées, de même que l'originalité des idées. Le fait d'avoir recours à cette grille permet, par conséquent, de limiter la subjectivité qui peut être associée à l'observation de la créativité.

De plus, dans un souci d'assurer la rigueur de cette collecte de données, l'étudiante-chercheuse enregistre les propos des participants et certains commentaires lors de ces activités d'enseignement, rendant possible une reprise de l'observation dans le but d'effectuer une analyse plus fine et complète (Martineau, 2016; Van der Maren, 2003). De même, l'observation des participants s'effectue à quatre reprises, soit lors des quatre activités d'enseignement interdisciplinaires, permettant ainsi d'augmenter la fidélité de cet outil par l'observation répétée (Martineau, 2005). De plus, l'enseignante titulaire coobserve les six participants lors de moments spécifiques durant les activités d'enseignement, soit les moments durant lesquels l'étudiante-chercheuse est plus sollicitée par l'animation (p. ex., lors des démonstrations scientifiques). Une discussion avec l'enseignante titulaire à la suite de chacune des activités d'enseignement permet ainsi de comparer les données collectées à celles de l'étudiante-chercheuse ce qui assure une observation plus riche et nuancée des comportements et discours des élèves.

Ainsi, les données relatives à la résolution de problèmes et à la créativité sont collectées lors des quatre activités d'enseignement à l'aide de la grille d'observation, comportant une partie quantitative et une partie qualitative, remplie par l'étudiante-chercheuse et en partie par l'enseignante titulaire de façon parallèle pour chacun des six enfants ciblés préalablement. Plus concrètement, les observatrices remplissent la grille d'observation pour chacun des six participants en cochant les énoncés observés à différents moments durant les activités d'enseignement : la recherche d'hypothèses et l'élaboration d'une procédure pour résoudre le problème. L'étudiante-chercheuse complète l'observation en prenant des notes, enregistrées oralement durant les activités d'enseignement puis retranscrites sur la grille après celles-ci, sur les tentatives effectuées durant les expérimentations scientifiques et artistiques, ainsi que la présentation de la production artistique finale des six participants. Pour ce faire, les participants sont alors répartis dans des équipes de travail sous la supervision de l'étudiante-chercheuse, alors que l'enseignante titulaire supervise les élèves de la classe ne faisant pas partie de cet échantillon.

3.4. Procédure

Les outils choisis pour recueillir les données ayant été présentés, il s'avère désormais nécessaire de situer de façon précise à quels moments ceux-ci sont utilisés en dressant un portrait complet du déroulement de la recherche. Plus concrètement, le tableau 5 présente les différentes étapes de la procédure méthodologique se déroulant sur quatre semaines, de la mi-avril à la mi-mai, à raison d'environ 60 minutes par semaine.

Tableau 5

Déroulement de l'intervention en classe

	Concept Amorce et problème	Activités en sciences	Activités en arts
Semaine 1	<i>Collecte initiale sur les conceptions : dessins et entretiens individuels</i>		
Semaine 1	<p>Lumière Amorce : Histoire inventée par l'étudiante-chercheuse : <i>La taupe qui avait peur du noir</i>.</p> <p>Problème proposé : Comment pourrais-tu aider la taupe à éclairer le fond de son terrier?</p>	<p>Démonstration en grand groupe du comportement d'un faisceau lumineux en présence d'une boîte trouée et de miroirs (déplacement en ligne droite, réflexion).</p> <p>Expérimentation en petites équipes pour éclairer un objet au mur à l'aide de miroirs et d'une lampe de poche.</p> <p>Expérimentation en petites équipes de l'effet d'une lampe de poche (représentant le Soleil) sur une boîte trouée (représentant le terrier de la taupe) et des miroirs.</p>	Dessin au pastel gras sur fond noir et collage représentant la solution au problème initial : la taupe dans son terrier et la lumière qui se rend jusqu'à elle.
Semaine 2	<p>Ombres Amorce : <i>Petit Gruffalo</i> de Julia Donaldson et Axel Scheffler.</p> <p>Problème proposé : Comment pourrais-tu faire pour effrayer le monstre comme l'a fait la petite souris dans l'histoire?</p>	<p>Démonstration en grand groupe de la création des ombres avec des silhouettes et une lampe de poche.</p> <p>Expérimentation en petites équipes sur la formation des ombres avec différentes sources de lumière et des silhouettes ou leurs mains.</p>	Théâtre d'ombres présentant la finale (ou une variante) de l'histoire <i>Petit Gruffalo</i> .
Semaine 3	<p>Réfraction Amorce : Histoire inventée par l'étudiante-chercheuse : <i>Le drôle d'oisillon</i>.</p> <p>Problème proposé : Comment le martin-pêcheur réussit-il à attraper du poisson pour se nourrir?</p>	<p>Démonstration en grand groupe de la réfraction avec un aquarium et des poissons à l'intérieur.</p> <p>Expérimentation en petites équipes avec des pailles et des verres transparents contenant de l'eau.</p>	Danse représentant la réfraction, soit la lumière qui traverse différents milieux.
Semaine 4	<p>Arc-en-ciel Amorce: <i>Le chasseur d'arc-en-ciel</i> de Yayo.</p> <p>Problème proposé : Comment pourrais-tu aider le personnage de l'histoire à fabriquer son bout d'arc-en-ciel?</p>	<p>Démonstration en grand groupe de la formation d'un arc-en-ciel avec de l'eau, un miroir et une lampe de poche.</p> <p>Expérimentation en petites équipes sur la formation d'un arc-en-ciel à l'aide d'un prisme et d'une lampe de poche.</p> <p>Observation des couleurs de l'arc-en-ciel.</p>	Musique représentant la formation de l'arc-en-ciel dans laquelle les instruments illustrent la pluie et le Soleil, et les sept notes de musique correspondent aux sept couleurs de l'arc-en-ciel.
Semaine 4	<i>Collecte finale sur les conceptions : dessins et entretiens individuels</i>		

D'abord, les conceptions initiales des dix-sept élèves sont relevées avant le début des activités d'enseignement, à partir de leurs dessins et des entretiens semi-dirigés. Ensuite, les quatre activités d'enseignement de nature interdisciplinaire sont effectuées en classe par l'étudiante-chercheuse avec le soutien de l'enseignante titulaire. Les séances d'enseignement pour chacun des concepts commencent par la lecture interactive d'un album jeunesse lié au concept exploré, correspondant à une histoire de fiction (voir les appendices E et F). Comme le mentionnent Hadzigeorgiou (2001), de même que Christidou et ses collaborateurs (2009), les histoires permettent de créer un contexte qui facilite la compréhension de concepts scientifiques auprès de jeunes enfants, mais surtout, de susciter un émerveillement les amenant à s'engager dans la tâche. Cette lecture sert donc de contexte pour soulever un problème à résoudre relatif au concept à explorer et susciter des questionnements. À partir de ces questionnements initiaux, une discussion dirigée conduit les enfants à proposer une démarche de résolution de problèmes. Ensuite, les enfants émettent leurs hypothèses quant à l'issue des différentes expérimentations, puis les activités sont animées par l'étudiante-chercheuse, assistée par l'enseignante titulaire. Ces activités d'enseignement, pour chacun des concepts explorés, comportent une ou plusieurs expérimentations ou démonstrations scientifiques, suivies d'une activité artistique, comme il est présenté au tableau 5. Finalement, une discussion en grand groupe vient clore l'activité, permettant ainsi de vérifier les hypothèses émises au début de l'activité et de consolider les apprentissages sur les différents concepts, de même que sur la démarche utilisée. Au terme des quatre semaines, une seconde collecte de données est réalisée avec tous les enfants, soit les dessins commentés portant sur les quatre concepts

explorés, afin de mettre en lumière les changements conceptuels opérés le cas échéant. De plus, l'observation des six participants ciblés a lieu lors de chacune des activités d'enseignement afin de collecter des données sur leurs habiletés de résolution de problèmes et leur créativité. Les quatre situations d'enseignement apprentissage utilisées lors des interventions sont détaillées à l'appendice G.

3.5. Méthodes d'analyse et de traitement

Les méthodes de collecte de données ayant été explicitées, cette section discute de la façon dont les données ont ensuite été traitées. Les données provenant des entretiens semi-dirigés ont été transcrites sous forme d'un compte rendu mot-à-mot (*verbatim*) par l'étudiante-chercheuse. Cette dernière a opté pour une transcription partielle des données, de sorte à éliminer certains propos qui n'ont pas de lien avec la recherche (Savoie-Zajc, 2009). Puis, les dessins et le *verbatim* ont été traités à partir d'une analyse de contenu, ce qui correspond à élaborer des thèmes et à classer les données afin de les interpréter (Fortin et Gagnon, 2016). De façon plus détaillée, l'analyse de contenu implique « de rassembler ou de recueillir un corpus d'informations concernant l'objet d'étude, de le trier selon qu'il y appartient ou non, de fouiller son contenu selon ses ressemblances « thématiques », de rassembler ces éléments dans des classes conceptuelles, d'étudier les relations existant entre ces éléments et de donner une description compréhensive de l'objet d'étude » (Wanlin, 2007, p. 252). Ainsi, plusieurs thèmes pour l'analyse du *verbatim* et des dessins ont été identifiés au fur à mesure que s'est effectué le codage. Dans le souci d'assurer la fiabilité du codage, comme le précisent d'ailleurs Mukamurera, Lacourse et Couturier

(2006), ce moment d'analyse des données gagne à être partagé par une validation interjuges. Un codage interjuges a alors été effectué avec 15 % du *verbatim* et des dessins, avant de poursuivre la répartition des données dans les différents thèmes. Les résultats obtenus lors de la collecte initiale et la collecte finale relativement aux conceptions ont ensuite été comparés, permettant ainsi d'évaluer les effets de l'intervention de nature interdisciplinaire sur l'évolution des conceptions associées à des concepts scientifiques, en s'appuyant à la fois sur les dessins et le discours des participants.

Par ailleurs, les données recueillies à l'aide de la grille d'observation utilisée pour explorer les manifestations d'habiletés de résolution de problèmes et de créativité des six participants ciblés lors des observations ont été analysées de façon mixte. Une partie des observations de nature quantitative permet d'explorer les effets d'une approche interdisciplinaire sur celles-ci. Concrètement, ceci correspond au nombre de fois qu'un participant a émis une hypothèse, proposé une solution pour résoudre un problème ou effectué une tâche pour résoudre le problème, pour rechercher l'aide d'un pair, etc. Par conséquent, la donnée numérique correspond à la fréquence d'observation des critères associés à la résolution de problèmes et à la créativité, comme présentée dans la grille d'observation à l'appendice D. Ces données ont été compilées lors de l'analyse pour arriver à identifier dans quelle mesure et à quel moment se manifestent les habiletés de résolution de problèmes, d'une part, et la créativité, d'autre part, durant les activités d'enseignement de nature interdisciplinaire. L'autre partie des observations, de nature qualitative, a été traitée selon l'analyse de contexte par le codage des observations en thèmes, permettant de

décrire les effets de l'intervention de nature interdisciplinaire sur ces deux manifestations observables du développement cognitif. Il est alors question de thèmes prédéterminés en fonction du cadre de référence inscrits dans la grille d'observation en tant que pistes d'observation, référant à une analyse qui s'effectue selon une logique inductive délibératoire (Karsenti et Savoie-Zajc, 2011) et dans laquelle, selon les auteurs, le chercheur « utilise le cadre théorique comme outil qui guide le processus d'analyse » (p. 138). Le chapitre suivant présente de façon détaillée les différents résultats obtenus.

CHAPITRE 4

RÉSULTATS

Alors que l'intervention a été effectuée en classe, ce chapitre présente les résultats provenant des dessins des enfants et leurs explications, de même que des séances d'observation en classe. Comme présentée précédemment à la figure 1, l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts a été étudiée en fonction de trois manifestations observables du développement cognitif des enfants de maternelle. Les résultats obtenus portent donc, dans un premier temps, sur les conceptions des enfants sur les différents concepts abordés durant les activités d'enseignement, et, dans un deuxième temps, sur les habiletés de résolution de problèmes et sur la créativité manifestées durant ces activités d'enseignement.

4.1. Résultats portant sur les conceptions

Le traitement des données concernant les conceptions des enfants vise à atteindre le premier objectif spécifique de cette recherche, soit d'évaluer les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur l'évolution des conceptions associées au concept général de lumière, incluant le concept d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel. Cette première partie de l'analyse s'intéresse donc aux données portant sur les conceptions des participants avant et après l'intervention interdisciplinaire. La comparaison des dessins et du discours des enfants vise ainsi à relever certains changements conceptuels qui s'avèrent raisonnablement imputables aux activités d'enseignement interdisciplinaire vécues en classe.

4.1.1. Traitement des données sur la lumière

D'abord, il apparaît que le concept de lumière est connu, du moins dans son sens commun, par les enfants de cette classe de maternelle avant le début des expérimentations. De façon générale, avant l'intervention, les conceptions initiales des enfants s'appuient spontanément sur leurs expériences quotidiennes pour expliquer ce qu'est la lumière. Certains font référence à la lumière du Soleil, comme Léo, qui précise « j'ai dessiné le Soleil » en présentant son dessin. Toutefois, pour la plupart des enfants, la lumière est associée à une source artificielle, comme une lampe, sur pied ou au plafond, ou les néons de l'école. Louis mentionne à ce propos : « On a besoin d'une ampoule pour avoir de la lumière, c'est la seule chose qui donne de la lumière », alors que pour Émilie : « La lumière sort du mur ou du plafond ». Il est intéressant de constater que certains enfants confondent le terme lumière et lampe ou ne possèdent pas le vocabulaire spécifique associé à la lumière, comme le mot « ampoule ». C'est le cas de Marianne, qui pointe une lampe sur son dessin en expliquant : « Ça, c'est la lumière accrochée au plafond », ou Rachel qui explique qu'il « y a une lumière au milieu de la lampe ». Quelques enfants associent également la lumière avec le concept d'électricité. À ce propos, Mathieu explique son dessin en pointant « comme le fil qui amène la lumière pis l'électricité ». De son côté, Charles s'attarde sur la présence d'un interrupteur qui allume la lumière : « Ça prend ça [interrupteur], ça sert pour la lumière, quand on pèse dessus ». Par ailleurs, les enfants, avant les expérimentations, sont capables de nommer certaines caractéristiques de la lumière. Il apparaît toutefois que celles-ci sont intimement liées à une source d'éclairage spécifique, faisant visiblement partie de leur quotidien, comme la maison,

l'école ou les rues environnantes. Émilie parle alors de lampes qu'elle a chez elle : « Dans la salle de bain, il y a une petite porte avec trois lumières dessus », tout comme Jonathan, qui explique : « Des lumières disco, j'en ai chez nous, c'est rouge, des fois c'est bleu pis vert ». Il semble que c'est à partir de leurs expériences quotidiennes que les enfants évoquent certaines caractéristiques de la lumière associées à sa forme ou sa couleur. Certains participants parlent alors de lumières carrées, rectangles, grandes ou petites, et, bien que la majorité s'entende pour dire qu'elle est jaune, certains font référence à des lumières bleues, vertes, orange, blanches, etc.

En analysant et en interprétant ces conceptions initiales, il est possible de constater que celles-ci prennent leur origine dans ce que Thouin (2017) nomme « les apparences immédiates perceptibles » (p. 204). Les enfants se fient donc à leur sens de la vue pour comprendre ce qu'est la lumière, telle que perçue dans leurs expériences quotidiennes. D'autres conceptions semblent plutôt s'appuyer sur des généralisations (Thouin, 2017), alors que pour certains enfants, la lumière est exclusivement associée au Soleil, une lampe particulière ou l'électricité. Ces conceptions initiales, qui témoignent d'une certaine connaissance du concept de lumière, sont toutefois incomplètes pour comprendre le phénomène de lumière, alors que celle-ci n'est pas considérée comme une entité distincte, indépendante de sa source ou de ses effets.

Lors de la deuxième collecte de données, soit après les quatre semaines d'intervention en classe, les enfants semblent avoir modifié leurs conceptions initiales,

qui étaient associées à une source d'éclairage en particulier, pour arriver à des connaissances plus générales et universelles de la lumière. Il est alors question de son déplacement en ligne droite et du fait qu'elle est réfléchiée par les surfaces de type miroir, deux caractéristiques de la lumière explorées lors de la première activité d'enseignement interdisciplinaire en classe. Onze enfants, après l'intervention, mentionnent ou illustrent sur leur dessin que la lumière se déplace en ligne droite. De même, onze enfants sur les dix-sept comprennent que la lumière est réfléchiée sur un miroir, comme Alexandre qui l'explique en ces termes : « Si on met un miroir, la lumière va rebondir sur le miroir ». Il est intéressant de constater que le terme « rebondit » est celui qui a été utilisé par les enfants plutôt que « réfléchiée », qui avait pourtant été celui utilisé durant l'animation. Ceci s'explique sans doute par le fait que ce mot n'est pas présent dans le langage courant, il constitue donc une difficulté liée à la nouveauté du terme (Thouin, 2017). En effet, l'auteur explique que pour assimiler un nouveau mot, l'enfant doit l'utiliser lui-même une dizaine de fois, ce qui n'a pas été le cas durant l'activité. Par conséquent, les enfants ont associé le phénomène de réflexion à un terme qui leur était plus familier, celui de « rebondir » sur un miroir, qui, sans être exact, renvoie à une conception relativement proche de la conception scientifique.

Ainsi, par les expérimentations de nature interdisciplinaire, une majorité d'enfants (88 %) ont construit des connaissances scientifiques sur le concept de lumière, faisant évoluer, du moins pour la durée de l'étude, leurs conceptions de ce concept, comme l'illustrent d'ailleurs les dessins de Félix (figure 4), avant et après les interventions. Il est

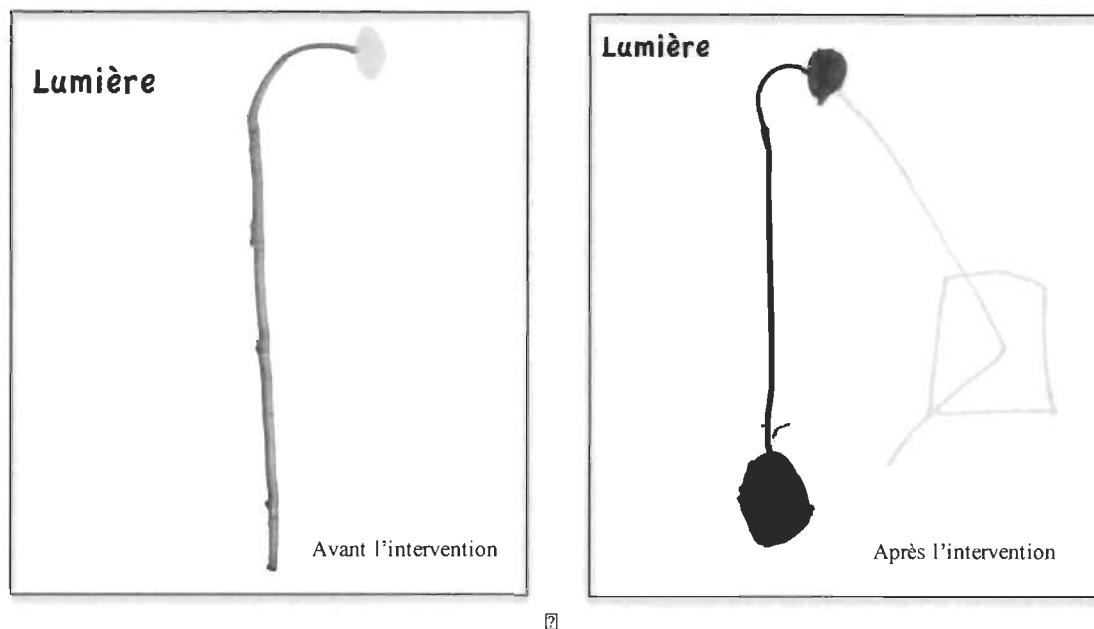


Figure 4. Dessins de Félix sur le concept de lumière avant et après l'intervention

alors intéressant de remarquer qu'à son dessin de lampadaire d'origine (gauche), cet élève a ajouté les caractéristiques de la lumière, des connaissances construites durant les expérimentations, soit le déplacement en ligne droite et la réflexion sur un miroir (droite). Ces connaissances, qui font référence à la réflexion ou au déplacement de la lumière, s'avèrent plus abstraites que la couleur ou la forme de la lumière, des éléments qui étaient présents dans les conceptions initiales.

Ainsi, comme le démontre le tableau 6, une modification positive des conceptions des enfants peut être observée à la suite de l'intervention. Au départ, celles-ci concernaient exclusivement des caractéristiques spécifiques associées à une source d'éclairage (p. ex.,

Tableau 6

Analyse des données provenant des dessins et des explications des enfants sur ceux-ci en lien avec le concept de lumière

Caractéristiques de la lumière	Avant l'intervention		Après l'intervention	
	N	%	N	%
<i>Spécifiques, comme la couleur ou la forme d'une source d'éclairage en particulier</i>	12	71 %	0	-
<i>Générales, comme le déplacement ou la réflexion de la lumière</i>	0	-	15	88 %

la couleur, la forme) pour les voir ensuite évoluer vers des conceptions référant à des caractéristiques universelles de la lumière (son déplacement et son comportement devant un obstacle ou un miroir) après les expérimentations. Il apparaît donc que l'intervention de nature interdisciplinaire a joué un rôle important pour enrichir la compréhension du concept de lumière chez une majorité d'élèves de la classe.

4.1.2. Traitement des données sur les ombres

Le deuxième concept exploré avec les enfants consiste au concept d'ombres. Lorsque les enfants sont questionnés sur ce concept avant l'intervention, il apparaît que certains d'entre eux ne sont pas familiers avec ce concept, alors que d'autres ont visiblement déjà créé ou observé des ombres, amenant des conceptions initiales variées chez les participants.

Pour six enfants, avant l'intervention, le concept d'ombres est confondu avec celui de noirceur, comme l'explique Marianne : « Les ombres [...] c'est quand il n'y a pas de lumière ». Pour certains participants, ce concept est également associé à quelque chose d'effrayant reflétant la peur des monstres. Dans ce cas-ci, l'origine des conceptions est liée à « la personnalité affective de l'élève et au travail de l'inconscient » (Thouin, 2017, p. 205), souvent présente au stade préopératoire du développement cognitif (*Ibid.*). C'est le cas d'Émilie qui explique : « C'est mon ombre, dans le sous-sol, j'ai peur [...]. C'est épeurant les ombres parce que des fois il y a un monstre dans l'ombre », tout comme l'exprime également Félix : « Une ombre c'est quand on est tout seul dans notre chambre pis c'est toute noir, pis on a peur ». Il est intéressant de remarquer que ce discours n'est plus présent après les expérimentations. L'aspect émotif associé au concept d'ombres semble remplacé par des faits observables sur celui-ci. À titre d'exemple, Marianne explique, après les expérimentations : « Il faut qu'il fasse noir et qu'il y ait une lumière. On prend une marionnette et l'ombre apparait sur le papier ». Elle réfère alors directement aux expérimentations artistiques et scientifiques effectuées en classe, tout comme Émilie : « Ça prend une marionnette dans nos mains pour faire apparaitre l'ombre ». Les expérimentations semblent donc avoir été efficaces pour modifier les conceptions initiales qui étaient liées à la personnalité affective de l'enfant et qui se basaient sur l'aspect émotif pour expliquer ce qu'est une ombre.

Pour d'autres enfants, le concept d'ombres est connu. Le fait d'avoir effectué les expérimentations scientifiques et artistiques semble tout de même avoir eu des effets

positifs sur leurs conceptions de ce concept. En effet, au départ, pour certains enfants, les ombres étaient exclusivement associées à la présence de Soleil à l'extérieur, probablement à la suite d'une observation antérieure amenant la création d'un « mode explicatif tiré de leurs connaissances partielles » (Laliberté, 1995, p. 53) du phénomène. À ce propos, avant l'intervention, Charles précise : « S'il fait du Soleil et qu'on marche dans la rue, ça fait une ombre », alors que son discours change à la suite des expérimentations : « Pour faire une ombre, il faut qu'il fasse un peu noir et qu'on aille une lumière et ça fait une ombre », associant l'ombre à la lumière et non plus exclusivement au Soleil. De surcroît, il semble que les élèves se réfèrent grandement aux expériences vécues pour élaborer leurs conceptions d'un concept scientifique. Ceci explique sans doute la raison pour laquelle une majorité d'enfants dessinent une lampe de poche comme source de lumière après les expérimentations ou parlent de marionnettes comme obstacles, puisqu'il s'agit du matériel qui était disponible pour eux dans la classe.

Par ailleurs, pour certains enfants, les expérimentations ont suscité des modifications conceptuelles, les amenant vers une conception plus proche de celle acceptée scientifiquement, en s'intéressant à des caractéristiques plus fondamentales sur les ombres, comme le démontrent 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 ». De même, cinq enfants discutent de la position de la source lumineuse par rapport à l'obstacle à la suite des expérimentations, une notion nécessaire à la compréhension de la formation d'une ombre qui n'avait été abordée par aucun élève avant l'intervention. Par

exemple, Zoé explique : « On peut mettre notre main devant la lumière et ça fait une ombre en arrière ». Certains enfants semblent donc avoir perçu la relation qui existe entre la lumière, l'obstacle et l'ombre. Dans ce sens, le dessin de Rachel (figure 5) permet d'illustrer l'importance du positionnement de la source lumineuse, dans ce cas-ci, une lampe de poche, pour faire apparaître une ombre.

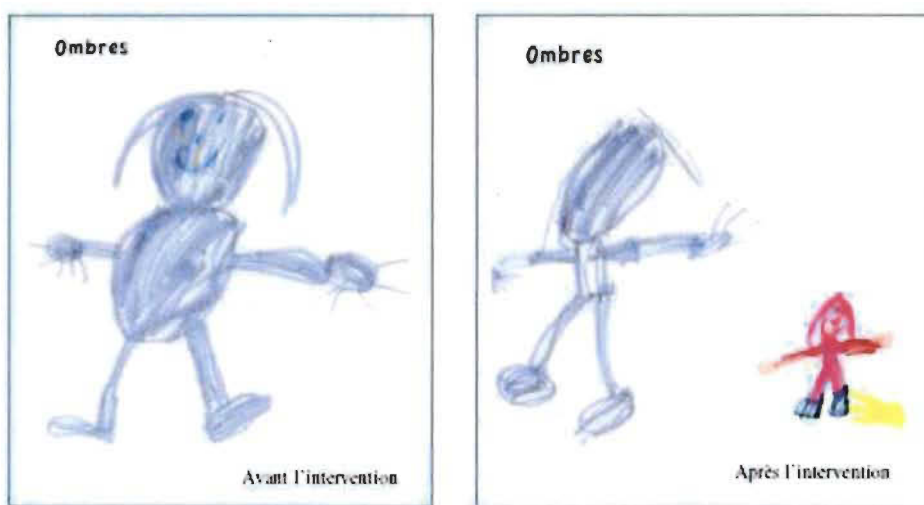


Figure 5. Dessins de Rachel sur le concept d'ombres avant et après l'intervention

Les expérimentations semblent ainsi avoir permis de dépasser les conceptions issues de « l'expérience première » comme proposée par Bachelard (1960), correspondant à l'observation directe d'un phénomène naturel par l'enfant. Il est intéressant également de constater que l'ombre, sur le dessin effectué par Rachel après les expérimentations, n'a plus de visage (dessin de droite). Les conceptions de type anthropomorphique, c'est-à-dire l'attribution d'un caractère humain à un phénomène, semblent donc également évoluer positivement à la suite des expérimentations.

Le tableau 7 présente un résumé des conceptions verbalisées par les enfants lors des entretiens explicatifs sur leurs dessins. Les conceptions considérées comme adéquates concernant le concept d'ombres, c'est-à-dire celles qui sont cohérentes avec la science, sont compilées avant et après l'intervention, de même que celles considérées comme erronées. Une amélioration en ce qui a trait aux conceptions adéquates sur les ombres est constatée par rapport à celles erronées, qui elles, ont diminué grâce aux expérimentations.

Tableau 7

Analyse des données provenant des dessins et des explications des enfants sur ceux-ci en lien avec le concept d'ombres

		<i>Avant l'intervention</i>		<i>Après l'intervention</i>	
		N	%	N	%
Concept général d'ombres	Conceptions erronées (associées à la peur ou synonyme de noirceur)	10	59 %	1	6 %
	Conceptions adéquates (relation lumière- obstacle-ombre)	0	-	7	41 %
Présence d'une source lumineuse	Conceptions erronées	0	-	0	-
	Conceptions adéquates (Soleil ou source artificielle)	8	47 %	15	88 %
Présence d'un obstacle	Conceptions erronées	0	-	0	-
	Conceptions adéquates (marionnette, personne ou partie du corps)	8	47 %	9	53 %
Couleur de l'ombre	Conceptions erronées (couleur autre que noir)	2	12 %	0	-
	Conceptions adéquates (couleur noir)	6	35 %	7	41 %

Il semble alors raisonnable d'avancer que l'intervention a été efficace pour enrichir la compréhension du concept d'ombres et dans certains cas, de faire évoluer positivement certaines conceptions initiales. Ce fut particulièrement le cas des conceptions initiales basées sur l'aspect émotif (lié à la noirceur et la peur associée aux ombres) qui ont été confrontées par les expérimentations, les amenant vers une conception plus scientifique du concept de l'ombre.

4.1.3. Traitement des données sur la réfraction

Le troisième concept exploré durant les activités d'enseignement concerne la réfraction, un concept qui s'est révélé être nouveau pour l'ensemble des participants. En effet, lors du dessin initial, avant les expérimentations, les participants n'avaient aucune idée de ce qu'ils devaient dessiner et affirmaient sans hésiter qu'ils ne savaient pas de quoi il s'agissait.

À la suite des expérimentations scientifiques et artistiques, tous les enfants ont été capables de se référer aux expériences scientifiques réalisées en classe à l'aide d'une paille et d'un verre d'eau ou de l'observation d'un poisson mis dans un aquarium, comme l'illustrent respectivement les dessins de Zoé et Charles à la figure 6.

Il semble toutefois que ce concept demeure flou pour la majorité des enfants, puisque seulement trois d'entre eux ont été capables d'expliquer la raison pour laquelle la

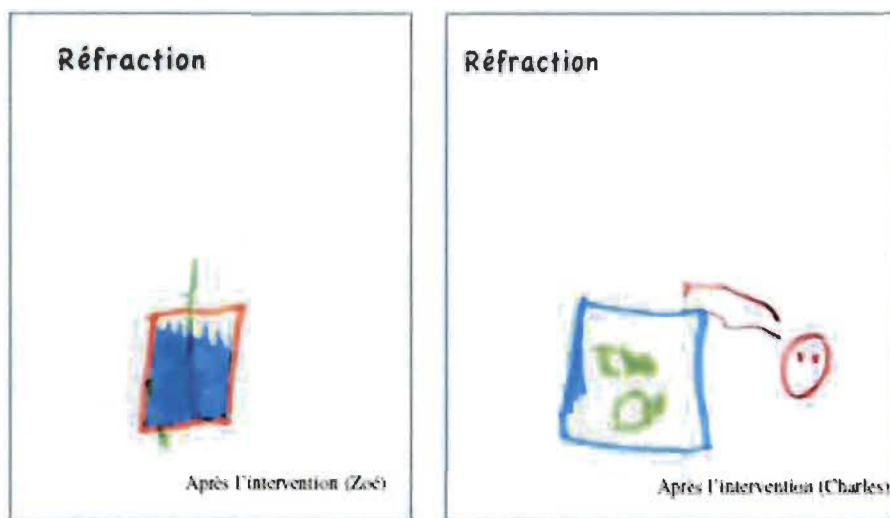


Figure 6. Dessins de Zoé et de Charles sur le concept de réfraction après l'intervention

paille semblait brisée ou le poisson apparaissait en double durant les expérimentations. C'est le cas d'Alexandre qui explique : « ça arrivait parce que la lumière changeait de direction dans l'eau ». Quatre autres enfants ont développé une compréhension partielle du concept, en décrivant le phénomène de réfraction de façon incomplète, comme l'illustrent les propos de Mathieu : « À cause de nos yeux, ça change de direction quand ça arrive dans l'eau » et ceux de Justin : « La lumière se déplaçait dans l'eau. Elle changeait de place ». Ceci s'explique sans doute par le fait que ce concept présente un niveau d'abstraction élevé, ce que Thouin (2017) qualifie de « difficulté liée au niveau d'abstraction du contenu » (p. 478), en plus de la difficulté inhérente à la nouveauté du terme. Par ailleurs, il semble que l'expérimentation artistique ait aidé ces enfants à se remémorer le phénomène de la réfraction, puisque les explications de la plupart de ces enfants ont été données une fois que l'étudiante-chercheuse leur rappelait qu'ils avaient fait « la danse de la réfraction ».

Il apparaît donc que l'intervention ait été utile pour initier les enfants à un concept scientifique hautement abstrait qui leur était inconnu et qui ne s'observe que de manière indirecte. Les expérimentations de nature interdisciplinaire les ont ainsi amenés à construire une première conception du concept de réfraction, compatible avec le modèle scientifique savant, dans laquelle l'accent est mis sur la description du concept plutôt que son explication.

4.1.4. Traitement des données sur l'arc-en-ciel

Dans le cas du concept d'arc-en-ciel, les enfants s'avèrent, pour la majorité, familiers avec ce phénomène avant l'intervention. Leurs conceptions initiales se basent alors principalement sur « la première expérience » (Bachelard, 1960, p. 23). Ainsi, avant les expérimentations, douze enfants expliquent que celui-ci se forme lors de la présence de Soleil et de pluie, comme c'est le cas de Nicholas : « Ça prend du Soleil et de la pluie et ça va donner un arc-en-ciel dans le ciel ». Cet aspect de leur conception initiale ne semble pas avoir été influencé par les expérimentations, puisqu'après celles-ci, treize enfants tiennent les mêmes propos. Ceci s'explique sans doute par le fait que cette conception était correcte au départ et compatible avec les expérimentations proposées en classe. Ceci concorde avec les propos de Laliberté (1995), qui constate que « dans certains cas, l'observation directe de phénomènes naturels coïncide avec les données scientifiques » (p. 102), ce qui n'en fait pas un obstacle susceptible de nuire à la compréhension du phénomène.

Néanmoins, avant les expérimentations, certains enfants ne semblent considérer que la présence de pluie pour expliquer la formation d'un arc-en-ciel, comme l'illustrent les propos d'Alexandre : « Un arc-en-ciel, ça apparaît quand il pleut. On a besoin de pluie ». D'autres l'ont associé à la présence de nuage ou de temps froid, comme Félix l'explique : « Quand il fait froid et qu'il pleut, on peut voir un arc-en-ciel ». Ces conceptions initiales incomplètes ou erronées, présentes chez cinq enfants, se basent sur ce que Thouin (2017) nomme « une condition nécessaire, mais non suffisante » (p. 208). En effet, la présence de pluie (ou d'eau) n'est pas suffisante pour faire apparaître un arc-en-ciel, ce que les enfants comprendront à la suite des expérimentations. Ceux-ci ajoutent alors tous la présence de lumière à leur explication après les expérimentations, témoignant d'une évolution dans leur compréhension du phénomène d'arc-en-ciel.

Aussi, le discours des participants permettant d'accéder à leurs conceptions initiales avant les expérimentations révèle que, pour ceux-ci, la formation de l'arc-en-ciel est nécessairement liée à la présence du Soleil et qu'elle n'est visible qu'à l'extérieur. Ces conceptions sont liées à « l'impression sensorielle » (Thouin, 2017, p. 207), c'est-à-dire une explication qui s'appuie sur un sens, dans ce cas-ci, celui de la vue. Certains enfants évoquent alors des lieux précis où ils ont déjà aperçu un arc-en-ciel. Pour Alexandre, il est possible d'observer un arc-en-ciel dans les champs, pour Jonathan, dans la forêt et pour Marianne, à la montagne. Il est intéressant de remarquer également que cette caractéristique, soit l'endroit où l'on peut voir un arc-en-ciel, n'est plus abordée après les expérimentations. Ceci est sans doute lié au fait que les expérimentations ont permis de

créer des arcs-en-ciel dans la classe, sans la présence de Soleil, modifiant par le fait même leurs conceptions initiales sur les arcs-en-ciel. Dans un même ordre d'idées, alors que cinq enfants parlent de la forme de l'arc-en-ciel avant l'expérimentation, cette caractéristique ne fait plus partie du discours des participants après les expérimentations. En effet, les arcs-en-ciel observés en classe (avec le prisme notamment) ne formaient pas de courbe, mais plutôt une ligne. Ceci semble donc avoir modifié leur conception initiale sur la forme de l'arc-en-ciel en tant que caractéristique de celle-ci, du moins de manière momentanée et dans ce contexte particulier.

Le fait d'avoir utilisé une lampe de poche et un prisme pour faire apparaître un arc-en-ciel a également modifié le discours des participants après les expérimentations, puisque neuf enfants expliquent la formation de l'arc-en-ciel à l'aide d'un prisme ou du miroir dans l'eau, comme c'est le cas de Mathieu qui explique son dessin comme suit : « Je t'ai dessiné ici une petite lampe de poche avec un plat d'eau et un miroir. La lumière s'en vient ici, ça fait *bong*. Ici, c'est une feuille et ça fait un arc-en-ciel. Ici, je t'ai dessiné une autre lampe de poche avec un prisme ». Les dessins de Louis (figure 7) et d'Émilie (figure 8) sont également assez éloquents pour illustrer la présence d'une évolution dans leur conception de l'arc-en-ciel.

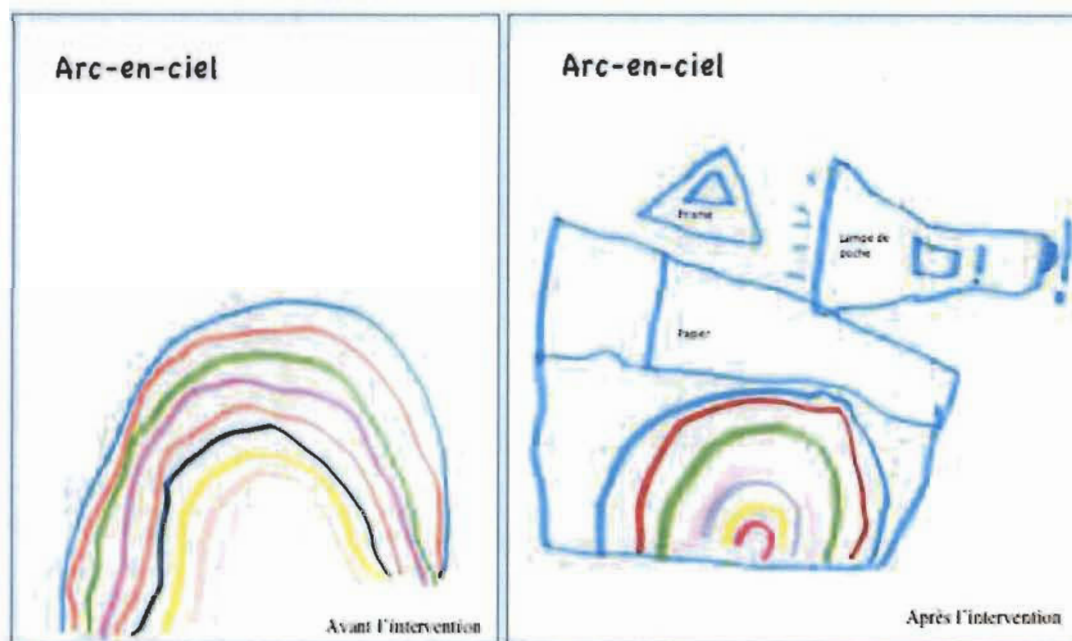


Figure 7. Dessins de Louis sur le concept de l'arc-en-ciel avant et après l'intervention

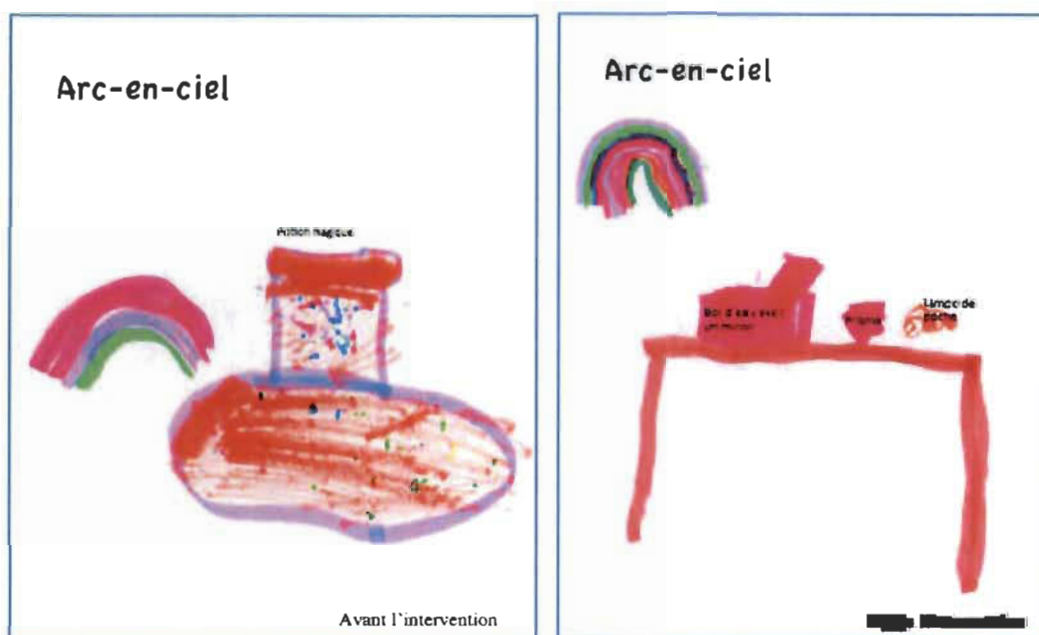


Figure 8. Dessins d'Émilie sur le concept de l'arc-en-ciel avant et après l'intervention

Dans le cas d'Émilie, il est intéressant de remarquer la présence d'une potion magique qui crée l'arc-en-ciel dans son premier dessin : « J'ai dessiné une potion d'arc-en-ciel. Avec la potion, ça a apparu l'arc-en-ciel ». Laliberté (1995) associe ce type d'explications présentes dans les conceptions des enfants à la fabulation, c'est-à-dire la tendance qu'a le jeune enfant à inventer un « récit purement imaginaire et souvent romanesque présenté comme réel » utilisé « comme palliatif à ses insatisfactions » (Legendre, 2005, p. 663). Le fait d'expliquer la formation des arcs-en-ciel par le recours à une potion magique sert donc à combler une ignorance à l'aide d'une idée irréaliste (Laliberté, 1995) et témoigne du réalisme intellectuel propre aux enfants de cet âge, caractérisé par une difficulté à départager le réel de l'imaginaire (Coquidé-Cantor et Giordan, 2002). Pour Laliberté (1995), les expérimentations permettent, dans certains cas, de vérifier des hypothèses issues de la fabulation. Ceci explique probablement le changement conceptuel observé sur les dessins d'Émilie, avant et après l'intervention.

Toutefois, aucun élève n'évoque la relation entre le prisme et les gouttes de pluie, un élément pourtant discuté durant les expérimentations et qui permet de faire le lien avec l'arc-en-ciel vu à l'extérieur et celui formé en classe. La compréhension du phénomène ne semble donc pas encore complète, ce qui est peu étonnant compte tenu de la complexité de celui-ci et de son niveau d'abstraction élevé, correspondant, une fois de plus, à une difficulté liée au niveau d'abstraction du contenu (Thouin, 2017).

Par ailleurs, les enfants ont construit des connaissances liées aux couleurs de l'arc-en-ciel menant à une compréhension enrichie du phénomène de l'arc-en-ciel, que ce soit le nombre de couleurs ou les couleurs observées. Alors que les enfants dessinent leur arc-en-ciel en fonction de leur goût avant les expérimentations, ils démontrent une volonté de respecter certaines caractéristiques observées durant les expérimentations dans leur deuxième dessin. Les couleurs ne renvoient donc plus à ce que Laliberté (1995) nomme « l'émotivité des enfants » (p. 74), caractérisée par l'absence, dans les premiers dessins, d'une gradation dans les couleurs ou d'un lien avec le spectre lumineux.

De façon plus détaillée, en ce qui concerne le nombre de couleurs, avant les expérimentations, les participants expliquent que l'arc-en-ciel a beaucoup de couleurs, sans faire allusion à un nombre précis. Après les expérimentations, neuf d'entre eux spécifient qu'il y en a sept et trois enfants nomment un nombre précis, quoiqu'erroné. Une participante verbalise spontanément le lien qu'elle a fait entre les sept couleurs de l'arc-en-ciel et les sept notes de musique, ce qui avait été exploré avec l'expérimentation artistique : « Ça a sept couleurs, on avait utilisé sept cloches pour faire la musique de l'arc-en-ciel ».

Pour ce qui est des couleurs, avant l'expérimentation, certains croyaient que les couleurs changeaient. Félix l'exprime dans ces propos : « C'est plein de couleurs, toujours des couleurs différentes », tout comme Nicholas : « Ça change de couleurs, c'est le ciel qui décide », ce dernier conférant une dimension animiste au ciel pour construire cette

conception (Thouin, 2017). Après les expérimentations, ce discours n'est plus présent, même si les enfants n'arrivent pas à se souvenir correctement des sept couleurs du spectre lumineux, comme Jonathan le précise d'ailleurs : « Je ne me souviens plus des couleurs, alors j'ai mis celles-là ».

Le tableau 8 résume les changements conceptuels observés sur le phénomène d'arc-en-ciel avant et après les expérimentations. Il semble alors adéquat d'avancer que l'intervention de nature interdisciplinaire a été efficace pour amener les enfants à enrichir leur compréhension du phénomène d'arc-en-ciel et, par conséquent, de susciter, du moins temporairement, une modification positive de leurs conceptions de ce phénomène.

Tableau 8

Analyse des données provenant des dessins et des explications des enfants en lien avec le concept d'arc-en-ciel

		<i>Avant l'intervention</i>		<i>Après l'intervention</i>	
		N	%	N	%
Formation de l'arc-en-ciel à l'extérieur : <i>Soleil et pluie</i>	Conceptions erronées ou incomplètes	5	29 %	1	6 %
	Conceptions adéquates	12	71 %	13	76 %
Formation de l'arc-en-ciel à l'intérieur : <i>lampe de poche et prisme ou miroir et eau</i>	Conceptions erronées ou incomplètes	0	-	3	18 %
	Conceptions adéquates	0	-	9	53 %
Couleurs : <i>nombre et/ou nuances</i>	Conceptions erronées ou incomplètes	16	94 %	3	18 %
	Conceptions adéquates	0	-	9	53 %

4.2. Résultats portant sur la résolution de problèmes et la créativité

La deuxième partie de l'analyse porte sur le traitement des données collectées lors des séances d'observation de six participants durant les quatre activités d'enseignement en classe, explorant chacune l'un des concepts associés au concept général de lumière, soit : la lumière, les ombres, la réfraction et l'arc-en-ciel. Cette observation a pour but de répondre au deuxième objectif spécifique de cette recherche, soit d'explorer et de décrire les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur le développement d'habiletés de résolution de problèmes et sur le développement de la créativité auprès d'enfants de maternelle. En d'autres mots, d'explorer à quel moment et de décrire de quelles façons ces manifestations du développement cognitif surviennent durant une intervention interdisciplinaire impliquant les sciences et les arts. Pour y parvenir, des données quantitatives ont été collectées, correspondant à la fréquence d'apparition d'une manifestation associée à la résolution de problèmes ou à la créativité, permettant de déterminer à quel moment ces manifestations sont observées. Les données qualitatives collectées (notes d'observation de comportements ou du discours des participants), quant à elles, complètent ces dernières afin de décrire la façon dont les habiletés de résolution de problèmes et la créativité se manifestent lors d'une intervention interdisciplinaire.

4.2.1. Traitement des données sur la résolution de problèmes

D'abord, il convient de préciser que la structure des activités d'enseignement facilitait la manifestation d'habiletés de résolution de problèmes chez les élèves, ayant été conçue par l'étudiante-chercheuse dans ce but. Ainsi, les quatre étapes essentielles à la

résolution de problèmes, proposées par Davis et Keller (2009), étaient présentes lors de chacune des activités d'enseignement. Un problème était d'abord défini avec les enfants lors de discussions en grand groupe pour chacun des concepts explorés. Le tableau 9 rappelle ces différents problèmes, présents autant lors des activités de nature scientifique que celles de nature artistique. Ensuite, les enfants proposaient une procédure sous forme de solutions possibles pour résoudre le problème, puis ils exécutaient celles retenues pendant les expérimentations scientifiques et artistiques. Finalement, un retour sur les hypothèses et les observations effectuées durant les expérimentations permettait de clore l'activité lors d'une discussion en grand groupe.

Tableau 9

Problèmes à résoudre lors des activités d'enseignement interdisciplinaire

<i>Concept exploré</i>	<i>Problème proposé aux enfants : lors des expérimentations scientifiques</i>	<i>Problème proposé aux enfants : lors des expérimentations artistiques</i>
<i>Lumière</i>	Comment amener la lumière à éclairer un objet dans le fond d'une boîte trouée à l'aide de miroirs?	Comment représenter cette expérience par le dessin et un collage?
<i>Ombres</i>	Comment faire une ombre?	Lors d'un spectacle de théâtre d'ombres, comment faire une ombre géante de la silhouette de la souris pour qu'elle fasse peur au monstre?
<i>Réfraction</i>	Comment est-il possible d'observer le phénomène de réfraction?	Comment faire une danse qui représente ce qu'est la réfraction?
<i>Arc-en-ciel</i>	Comment faire apparaître un arc-en-ciel avec le matériel proposé (miroir, eau, lampe de poche, prisme)?	Comment faire une musique qui représente le phénomène d'arc-en-ciel?

Par conséquent, des manifestations de la résolution de problèmes ont été observées lors de chacune des activités d'enseignement, autant pendant les expérimentations scientifiques que celles artistiques.

4.2.1.1. Observation de la résolution de problèmes lors des hypothèses

En premier lieu, des habiletés relatives à la résolution de problèmes ont été observées durant l'étape de la formulation d'hypothèses, une étape exclusivement associée aux sciences lors des activités d'enseignement. Pour émettre leurs hypothèses, les participants observés se basaient parfois sur l'observation du matériel, parfois sur des relations de cause à effet, et d'autres fois sur une expérience antérieure semblable. L'exemple provenant des hypothèses émises lorsqu'il est demandé de prédire l'endroit où se formera un arc-en-ciel avec le matériel proposé permet d'illustrer le recours à l'observation en tant que stratégie pour émettre des hypothèses. Les participants qui observent la présence d'un bac d'eau, d'un miroir, d'une feuille blanche et de prismes émettent à tour de rôle les hypothèses que l'arc-en-ciel apparaîtra dans l'eau, dans l'air, sur la feuille, dans le prisme et dans le miroir. La relation de cause à effet, quant à elle, est observée notamment lors des hypothèses portant sur la formation d'une ombre. Par exemple, Mathieu explique que la lumière sera bloquée s'il met sa main devant et que s'il « s'éloigne, l'ombre sera plus grosse ». Dans le cas de Justin, son hypothèse sur ce qui arrivera à la paille mise dans un verre d'eau lors des expérimentations sur le phénomène de réfraction se base sur une expérience qu'il a sans doute déjà effectuée en prédisant : « la paille va changer de place quand on ajoutera l'eau dans le verre ».

4.2.1.2. Observation de la résolution de problèmes lors des propositions de solutions

En deuxième lieu, des manifestations de la résolution de problèmes ont été observées durant l'étape de la planification d'une procédure pour résoudre le problème, une étape présente autant en sciences qu'en arts. Les participants observés proposaient différentes solutions à expérimenter en tenant compte du matériel disponible et, la plupart du temps, du problème initial. Encore une fois, il a été observé que le recours à des expériences antérieures constitue une stratégie utilisée pour proposer des solutions réalistes et pertinentes pour résoudre un problème lorsque le participant est familier avec le concept concerné. C'est le cas d'Alexandre qui propose sans hésiter une façon de créer des ombres : « On a besoin d'une petite lumière, je mets du noir, puis après, je mets ma main devant la lumière et ça fait une ombre ».

Toutefois, il semble que la démarche de tâtonnement est celle qui est la plus utilisée par les participants de cette étude pour résoudre un problème. En effet, ceux-ci proposent des solutions qui impliquent de procéder par essais-erreurs lors de l'étape d'expérimentation. Par exemple, lorsqu'il était question de la façon de faire apparaître un arc-en-ciel avec le matériel, les participants proposaient de mettre le prisme dans l'eau et, si cela ne fonctionnait pas, de mettre la lampe de poche dans l'eau. De même, concernant le problème associé à la lumière, les participants suggéraient de mettre le miroir en dehors de la boîte, puis dans la boîte, en essayant de le mettre au sol, puis en biais sur un côté de la boîte, pour ensuite proposer de varier la distance entre le miroir et l'objet à éclairer.

Lorsqu'il est question des problèmes portant sur les activités artistiques, les participants ont recours aux représentations symboliques pour résoudre le problème issu de la proposition de création. Ainsi, pour produire une musique qui représente l'arc-en-ciel, plusieurs solutions ont été proposées, associant un instrument de musique à un élément relatif à l'arc-en-ciel. C'est ainsi qu'il est suggéré par les participants que le Soleil soit représenté par le tambour, les couleurs de l'arc-en-ciel par les notes du xylophone et les gouttes d'eau par les tubes, un triangle ou des castagnettes. De même, lors des propositions pour faire une danse de la réfraction, la représentation symbolique est présente lorsque les participants associent des mouvements de leur corps avec des éléments relatifs à la réfraction. Par exemple, Alexandre suggère de « marcher en ligne droite, comme la lumière dans l'air et de changer de direction quand on arriverait dans l'eau ». Dans le cas de la danse, plusieurs solutions se sont avérées difficiles à verbaliser pour les participants. Pour pallier cette difficulté, ceux-ci se levaient et proposaient différents mouvements au reste de la classe, comme c'est le cas de Justin : « on change de place (déplacement sur le côté) et on change de place (changement de direction) », faisant référence à une approche kinesthésique pour résoudre le problème proposé (Becker, 2013).

4.2.1.3. Observation de la résolution de problèmes lors des expérimentations

En troisième lieu, des manifestations de résolution de problèmes ont été également observées chez les participants lors des expérimentations, autant scientifiques qu'artistiques. Celles-ci se sont traduites principalement par une démarche de tâtonnement

permettant de trouver plusieurs solutions au problème et par l'observation, des stratégies faisant partie de celles ciblées par Phillips *et al.* (2010) concernant la résolution de problèmes à l'éducation préscolaire.

En effet, les participants observaient d'abord l'étudiante-chercheuse effectuer la démonstration des différentes techniques nécessaires à la réalisation des expérimentations scientifiques ou artistiques. Puis, ils tentaient de les reproduire pour ensuite résoudre le problème initial en effectuant différentes tâches. Dans le cas du problème associé à la lumière, les participants déplaçaient le miroir et la source lumineuse autant de fois que nécessaire jusqu'à la résolution du problème, c'est-à-dire jusqu'au moment où l'objet dans la boîte était éclairé. Tous les participants, sauf un, poursuivaient ensuite leurs expérimentations pour trouver d'autres façons de résoudre le problème, en ajoutant parfois des contraintes, comme Justin qui désirait essayer avec deux miroirs au lieu d'un seul. De même, lors des expérimentations sur la formation des ombres, les participants essayaient différentes façons d'en former, en utilisant tantôt leur corps (main, doigt), tantôt des silhouettes en carton. Ils bougeaient la source de lumière, l'éloignant ou la rapprochant de l'obstacle. Pour former les arcs-en-ciel, ils manipulaient le prisme de différentes façons pour voir apparaître l'arc-en-ciel : ils le faisaient tourner, l'approchaient ou l'éloignaient de la source de lumière. Aussi, certains participants changeaient de prismes, pour en essayer un plus long ou plus étroit et voir ce qui en résulterait.

Il est intéressant de remarquer que même si ces expérimentations se déroulaient en petites équipes de travail (de trois à six enfants par équipe selon les activités proposées), les participants observaient peu leurs coéquipiers et ne souhaitaient pas reproduire les expérimentations de leurs pairs, même si celles-ci permettaient de résoudre le problème. Par exemple, dans le cas du problème sur la lumière, les participants attendaient leur tour pour manipuler à leur façon la lampe de poche et les miroirs afin d'arriver à une solution personnelle. De même, dans le cas du problème sur les ombres, les enfants utilisaient la lampe de poche et les obstacles (p. ex., une main, une silhouette) sans imiter ce que faisaient leurs pairs pour produire leurs ombres. Ainsi, le recours aux pairs, et même à une personne-ressource (l'étudiante-chercheuse ou l'enseignante titulaire), est une stratégie de résolution de problèmes qui n'a pas été exploitée durant les expérimentations par les participants, ce qui peut s'avérer surprenant puisqu'il s'agit d'une stratégie de résolution de problèmes associée au niveau préscolaire (Phillips *et al.*, 2010). Toutefois, l'égoцентризм du jeune enfant et sa difficulté à prendre en considération différentes perspectives sont des éléments associés au stade préopératoire de son développement (Piaget, 1967) et permettent d'expliquer en partie cette observation (Azmitia, 1988).

Pour ce qui est de la stratégie d'observation, celle-ci a été sollicitée notamment lorsque les participants devaient reproduire le spectre lumineux de l'arc-en-ciel sur du papier à l'aide de crayons de cire. En effet, lorsque les participants réussissaient à faire apparaître un arc-en-ciel avec le prisme, il leur était demandé d'en reproduire un sur du papier, ce qui les incitait à observer attentivement les couleurs présentes, leur ordre et leur

nombre. De même, l'expérience portant sur la réfraction consistait à observer ce qui se passait lorsqu'une paille était mise dans un verre d'eau. Les participants observaient le phénomène puis le verbalisaient en petites équipes, en expliquant que la paille paraissait cassée.

Alors que la plupart des expérimentations effectuées par les enfants étaient directement liées au problème initial dans le but de le résoudre, dans certains cas, il arrivait qu'un participant oublie celui-ci, ou du moins n'en tienne pas compte lors des manipulations. Ceci a été observé pendant certaines expérimentations de nature artistique lors desquelles des participants ne tenaient plus compte de la proposition de création dans leur production artistique, et ce, indépendamment de leurs performances scolaires habituelles. C'est le cas de Justin qui, lors de la danse de la réfraction, s'agite lorsque le rythme de la musique est rapide et revient calme lorsque le rythme ralentit, tout comme Mathieu, qui imite un monstre à la fin de la danse. Nadine, pour sa part, choisit de prendre des clochettes lors de la création de la musique sur l'arc-en-ciel, mais n'arrive pas à justifier la raison de son choix ni à le lier d'une quelconque façon à l'arc-en-ciel. De même, la production d'arts plastiques sous forme de dessin et de collage de Julia ne correspond nullement à la proposition de création, dont le but était de représenter le montage effectué durant les expérimentations scientifiques qui avait réussi à éclairer l'objet dans la boîte. Sa production ne reflète pas non plus les propriétés de lumière.

Toutefois, cette absence de lien entre les connaissances scientifiques construites durant les expérimentations scientifiques et la production artistique subséquente apparaît limitée à ces quelques exemples. En effet, il semble plutôt que les participants aient transféré efficacement les connaissances scientifiques dans leur production artistique. Par exemple, lors du théâtre d'ombres, tous les participants ont fait des ombres, de tailles différentes, en se positionnant correctement par rapport à la source de lumière. De même, lors de la production musicale sur l'arc-en-ciel, cinq des six participants ont choisi des instruments et composé des paroles pouvant être liées directement à ce phénomène. Mathieu, quant à lui, a repositionné plusieurs fois son papier d'aluminium qui représentait le miroir lors du dessin et du collage sur la lumière, témoignant de son souci de faire correspondre ses nouvelles connaissances sur le déplacement de la lumière avec sa production artistique. La danse de la réfraction a également donné lieu à de nombreux liens entre la réfraction et différents mouvements, par une simulation des différents milieux dans lesquels la lumière se déplace et son comportement par un changement de direction dans la danse.

Encore une fois, la sollicitation des pairs n'a pas été une stratégie retenue par les participants pour résoudre le problème artistique. Chaque participant avait sa propre idée sur la façon de représenter un concept par le dessin, la musique ou la danse et il lui était difficile de tenir compte des idées des autres. Ainsi, même si beaucoup d'idées pertinentes étaient proposées pour effectuer la danse de la réfraction ou la musique de l'arc-en-ciel, par exemple, les participants préféraient mettre en scène leurs propres idées devant leurs

pairs. Ceci s'explique sans doute, encore une fois, par le stade préopératoire de leur développement cognitif, mais également par le fait que les arts constituent un moyen d'expression personnel (Phillips *et al.*, 2010).

Finalement, il a été observé que les participants ont fait preuve de persévérance dans leurs expérimentations, une manifestation que Shipley (1998) associe à la résolution de problèmes au niveau préscolaire. En effet, les enfants effectuaient leurs manipulations de différentes façons jusqu'à la résolution du problème, sauf une participante qui avait beaucoup de difficulté à s'engager dans les tâches. Elle adoptait alors une attitude passive et attendait que l'enseignante ou un pair lui dise explicitement quoi faire. Il est possible d'expliquer en partie ce comportement par le lien qui existe entre la résolution de problèmes et l'intérêt qu'éprouve l'enfant face à la tâche (Isenberg et Jalongo, 2000, cités dans Bridge, 2004), cette participante s'intéressant peut-être moins aux activités proposées.

4.2.2. Traitement des données sur la créativité

Il convient de rappeler que l'observation de la créativité a été effectuée en fonction du cadre de référence de cette étude, qui prend appui sur les travaux de Guilford et Torrance pour étudier la créativité. Par conséquent, l'observation a permis de recueillir des données relativement à trois manifestations particulières de la créativité : la fluidité des idées, la flexibilité des idées et l'originalité des idées. Cette partie du chapitre s'intéresse aux résultats qui s'y rapportent.

4.2.2.1. Fluidité des idées

La fluidité des idées est une des composantes de la créativité qui correspond à la capacité de produire une grande quantité d'idées à la suite d'un stimulus (Megalakaki *et al.*, 2012). Au cours des activités d'enseignement, la fluidité des idées s'est manifestée chez les six participants observés à différents moments, parfois lors des activités de nature scientifique, d'autres fois lors des activités de nature artistique.

Ainsi, durant la discussion en grand groupe au début de chacune des activités d'enseignement, l'émission d'hypothèses a permis d'observer la fluidité des idées chez trois participants, alors que ceux-ci étaient capables de proposer plus d'une hypothèse pour le même phénomène, allant jusqu'à trois hypothèses différentes pour un même participant. Par exemple, dans le cas des hypothèses sur la formation d'un arc-en-ciel avec le matériel proposé, Justin a émis l'hypothèse que celui-ci allait apparaître dans l'air, au-dessus du bol d'eau, puis sur la feuille servant d'écran, correspondant à trois idées à partir du même stimulus.

De même, la fluidité des idées a été observée lors de l'élaboration d'une procédure pour résoudre les problèmes proposés. Les idées correspondaient, dans ce cas-ci, aux différentes solutions émises par les participants, qui pouvaient ensuite faire l'objet d'une vérification expérimentale dans le cas des expérimentations scientifiques, et faire partie de la production artistique finale dans le cas des expérimentations artistiques. Les participants ayant fait preuve de fluidité des idées dans ce cas-ci sont ceux ayant proposé

plus d'une solution pour le même problème. C'est le cas d'Alexandre qui suggère plusieurs façons de positionner le miroir pour amener la lumière dans le fond de la boîte trouée. Cette fluidité des idées a également été observée chez deux autres participants lorsque ceux-ci ont proposé différentes façons de créer un arc-en-ciel en tenant compte du matériel disponible.

Alors que les exemples précédents concernent les activités de nature scientifique, différentes solutions portant sur les propositions de création artistique ont également été formulées par les six participants. La fluidité des idées s'est alors manifestée lors d'une ou de plusieurs activités artistiques associées aux arts plastiques, à l'art dramatique, à la danse et à la musique. En positionnant de différentes façons les objets faisant partie de la production d'arts plastiques associée au concept de lumière, les participants se trouvaient à expérimenter différentes solutions possibles, jusqu'à ce qu'ils soient satisfaits du résultat et qu'ils procèdent au collage définitif. Ceci témoigne, par conséquent, de la fluidité des idées. En art dramatique, Mathieu propose de faire des ombres avec ses mains, puis avec des marionnettes. Ce participant fait preuve également de fluidité des idées, alors qu'il émet plus d'une solution pour le même problème. Lors de la danse, Alexandre propose deux solutions différentes pour l'effectuer : premièrement, il propose de faire un lien entre les mouvements du corps et la présence de différents milieux, et deuxièmement, de faire un lien entre les mouvements du corps et le changement de direction de la lumière. Finalement, beaucoup d'idées différentes ont été émises par certains participants lors de la composition de la musique sur l'arc-en-ciel. Ces participants proposaient plusieurs

façons d'associer des instruments de musique aux différents éléments de l'arc-en-ciel et certains allaient jusqu'à représenter le même élément (p. ex., des gouttes d'eau) à l'aide d'instruments différents.

4.2.2.2. Flexibilité des idées

La flexibilité des idées constitue la deuxième manifestation de la créativité qui a été observée durant les activités d'enseignement. Celle-ci, étroitement liée à la fluidité des idées, concerne l'émission d'une grande variété d'idées à la suite du même stimulus, référant à la capacité de l'enfant à changer ses prédispositions mentales (*mental set*) (Megalakaki *et al.*, 2012). La flexibilité est alors associée à la capacité de réorganiser ses idées et de voir les choses autrement, ce qui se manifeste par un changement dans les idées produites (*Ibid.*). Ce changement d'idées semble d'ailleurs survenir principalement chez les participants après que ceux-ci aient écouté ou observé leurs pairs. Ce fut le cas d'Alexandre, lors de l'émission des hypothèses qui se faisait en grand groupe, qui a modifié sa première hypothèse après avoir écouté celles des autres. Cette même capacité à changer son idée a également été observée lors des propositions de solutions pour résoudre les problèmes soumis. Certains participants portaient des idées de leurs pairs pour élaborer d'autres solutions plus complexes ou se basaient sur le matériel disponible pour proposer des pistes d'exploration nouvelles et différentes.

Par ailleurs, il peut également être question de flexibilité lorsque l'enfant démontre « the ability to see things in fresh ways, learning from past experiences and relating this

learning to new solutions, [...] going further than the information given » (Duffy, 2006, p. 19). Dans cette optique, la flexibilité des idées a été plusieurs fois observée durant les expérimentations artistiques, alors que celles-ci amenaient les participants à transférer les connaissances construites durant les expérimentations scientifiques dans leur production artistique finale. Par exemple, lors du collage et du dessin portant sur le concept de lumière, quatre des cinq participants observés (un participant étant absent cette journée-là) ont été capables de transférer les connaissances portant sur le déplacement de la lumière dans leur création d'arts plastiques. En effet, ceux-ci ont dessiné un trait qui représente adéquatement le déplacement du faisceau lumineux dans l'air, ainsi que son comportement avec un miroir. De même, en art dramatique, tous les participants ont été capables d'utiliser leurs connaissances nouvelles sur les ombres pour les transférer dans un nouveau contexte, de sorte à produire un théâtre d'ombres. Cette capacité à transférer les connaissances scientifiques dans un contexte artistique a également été observée lors de la danse de la réfraction. Ainsi, un participant a été en mesure de faire des liens entre les mouvements du corps et le changement de direction de la lumière, cinq participants ont fait le lien entre les mouvements du corps et les changements de milieu caractéristiques du phénomène de réfraction, et un participant a fait le lien entre les mouvements du corps et le déplacement de la lumière. Finalement, la flexibilité des idées s'est manifestée chez cinq des six participants lors de la création musicale. Ceux-ci étaient capables d'associer des instruments de musique à un élément lié à l'arc-en-ciel, mais aussi de démontrer leur capacité à modifier leurs idées pour les rendre plus adaptées à la situation après des échanges avec leurs pairs. Par exemple, ceci s'est manifesté lorsque Justin a laissé le

premier instrument de musique qu'il avait choisi pour représenter la pluie lorsqu'il a réalisé que personne de son équipe n'utilisait d'instrument pour représenter le Soleil. Il a donc modifié son idée initiale, allant chercher un tambour pour illustrer l'arrivée du Soleil dans la musique collective, un élément qu'il considérait comme nécessaire pour représenter l'arc-en-ciel en musique.

4.2.2.3. Originalité des idées

Finalement, l'originalité des idées est la troisième manifestation de la créativité ayant fait l'objet d'une observation systématique durant les activités d'enseignement. L'originalité, dans le contexte d'éducation préscolaire, correspond aux idées uniques des enfants, de même qu'à leur capacité de produire quelque chose de personnel et d'original (Duffy, 2006).

Alors que les deux autres composantes de la créativité ont été observées autant durant les activités de nature scientifique que celles de nature artistique, l'originalité est une composante de la créativité qui n'a pas été observée lors des activités scientifiques. Ceci s'explique sans doute par le fait que les expérimentations scientifiques, même si elles n'étaient pas dirigées, menaient au même but, soit celui d'observer un phénomène tel que l'arc-en-ciel ou la réfraction. Par conséquent, les résultats des expérimentations, avec le matériel fourni, se sont avérés sensiblement les mêmes chez tous les participants.

Par contre, lors des activités artistiques, cette composante de la créativité a été observée chez plusieurs participants, facilitée par la présence de productions finales. Celles-ci, soit le collage et le dessin sur la lumière, le théâtre d'ombres, la danse de la réfraction et la musique de l'arc-en-ciel, étaient réalisées en petites équipes de travail (trois à six enfants), sauf dans le cas de la production d'arts plastiques (le dessin et le collage sur la lumière), qui était une œuvre individuelle. Ces productions finales, dont le but était de répondre à la proposition de création, ont permis d'illustrer l'originalité dont font preuve certains participants.

C'est ainsi qu'en art dramatique, deux participants ont proposé un scénario différent de celui suggéré par l'étudiante-chercheuse, aboutissant en une pièce de théâtre d'ombres unique et différente de celles des autres enfants de la classe. De même, la musique de l'arc-en-ciel a conduit à des productions originales, par le choix des instruments de musique, de l'air ou des paroles qui l'accompagnaient, soit le résultat d'une œuvre collective tenant compte des nombreuses idées des enfants d'une même équipe. Dans le cas de la danse, chaque participant effectuait des mouvements qui représentaient la réfraction, sans toutefois tenir compte des mouvements effectués par le reste de son équipe. Par conséquent, le résultat de la danse dans les quatre équipes ne peut pas être qualifié d'œuvre collective originale. Cependant, l'originalité a pu être observée dans les mouvements très différents d'un participant à l'autre pour représenter le même élément associé à la réfraction. Par exemple, la lumière dans l'air pouvait être représentée par l'imitation du vol des oiseaux chez un participant et par le mouvement d'un ventilateur

qui tourne chez un autre participant de la même équipe. Puis, pour symboliser la lumière qui arrive dans l'eau, les participants représentaient ce changement de milieu par des mouvements de nage pour certains, de plongeon pour d'autres et dans d'autres cas encore, des mouvements plus rapides.

Il est surprenant de constater que les productions finales en art dramatique et en musique aient favorisé le travail coopératif pour résoudre le problème artistique de départ, ce qui n'a pas été observé dans le cas de la danse. Pourtant, l'accompagnement de l'enseignante titulaire ou de l'étudiante-chercheuse lors des expérimentations artistiques était le même, qu'il s'agisse d'arts plastiques, de musique, d'art dramatique ou de danse. Il est possible d'expliquer cette observation par l'attribution d'une tâche précise à effectuer pour chaque participant dans le cas de la production finale en musique et en art dramatique, et non lors de la danse. Finalement, pour ce qui est de la production individuelle d'arts plastiques sur la lumière, l'originalité s'est manifestée chez deux participants seulement, qui ont ajouté plusieurs éléments sur leur collage, de sorte à le rendre unique et facilement distinguable de ceux de leurs pairs. À l'opposé, deux participants ont fait exactement la même production, alors qu'ils travaillaient côte à côte et qu'ils influençaient mutuellement la production de leur voisin. Cette activité étant la première proposée dans le cadre de cette étude, il est possible que certains participants aient été déstabilisés par le fait de ne pas avoir de modèle à reproduire pour réaliser leur création, d'où le recours aux pairs pour valider leur production.

Ce chapitre a permis de présenter les différents résultats obtenus en lien avec les conceptions des enfants et les manifestations d'habiletés de résolution de problèmes et de créativité pouvant être associés à l'approche interdisciplinaire utilisée à titre d'intervention. Le prochain chapitre discute de ces résultats et, à la fin de celui-ci, présente la conclusion de ce projet de recherche.

CHAPITRE 5

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats présentés au chapitre précédent permettent d'atteindre les différents objectifs de cette recherche. Toutefois, il convient désormais de mettre ceux-ci en tension avec la documentation scientifique existante et d'en tirer des conclusions au regard de la question de recherche, à savoir quels sont les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts à l'éducation préscolaire quant au développement cognitif des enfants.

5.1. Discussion des résultats

Une discussion des résultats relativement aux trois manifestations observables du développement cognitif étudiées dans cette recherche est présentée dans cette première partie de chapitre. Il y est discuté d'abord des changements observés dans les **conceptions** des enfants relativement aux différents concepts scientifiques, puis du développement d'habiletés de **résolution de problèmes** et de la **créativité** grâce aux activités de nature interdisciplinaire. Pour ce faire, ces résultats sont interprétés à la lumière de ceux obtenus dans la documentation scientifique antérieure. Cette interprétation des résultats permet ensuite d'inférer les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur le développement cognitif des enfants de maternelle.

5.1.1. Discussion des résultats sur les conceptions

Par la comparaison des données issues des dessins et des entretiens semi-dirigés avant et après l'intervention, les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur les conceptions associées au concept général de lumière, incluant le concept

d'ombres, de réfraction et d'arc-en-ciel, auprès des élèves d'une classe de maternelle ont pu être explorés. Ainsi, les résultats de cette étude tendent à démontrer que la compréhension de ces concepts scientifiques progresse à la suite d'une intervention de nature interdisciplinaire en sciences et en arts, alors que les éléments non scientifiques diminuent du discours et des dessins des enfants. Ceci semble, par conséquent, indiquer la présence d'un changement dans les conceptions initiales relatives à ces concepts.

En effet, les conceptions reflétées par le discours et les dessins des enfants à la suite des expérimentations scientifiques et artistiques proposées sous forme de problèmes à résoudre ont amené certains enfants à confronter leurs conceptions initiales, dont certaines étaient basées sur l'aspect émotif (p. ex., la peur des ombres), des impressions sensorielles (p. ex., une lumière, c'est jaune), des croyances animistes (p. ex., le ciel « décide » des couleurs de l'arc-en-ciel) ou anthropomorphiques (p. ex., l'ajout d'un visage sur l'ombre). Cette confrontation leur a permis de faire évoluer ces conceptions pour qu'elles soient plus conformes aux connaissances scientifiques actuelles. Cela est en accord avec le modèle classique de Posner et ses collaborateurs (1982), dans lequel un changement conceptuel s'opère lorsque les conceptions initiales de l'élève lui apportent une insatisfaction liée à un phénomène et qu'une conception alternative intelligible, plausible et féconde est disponible pour la remplacer ou la modifier. Les expérimentations réalisées ont donc permis aux participants de confronter leurs conceptions naïves avec le réel, les amenant à réorganiser les données de leur expérience, induisant la transformation de leurs conceptions initiales (Coquidé-Cantor et Giordan, 2002). Les résultats obtenus sont

également en accord avec le modèle de diSessa (1993), pour qui les conceptions initiales sont constituées de différentes pièces de savoir intuitives, qu'il nomme *p-prims*, qui se réorganisent et se coordonnent lors d'un changement conceptuel (Bêty, 2013). Certains enfants ont donc été amenés à réorganiser les connaissances qu'ils possédaient déjà sur les phénomènes étudiés afin de les enrichir menant à une compréhension plus en profondeur du phénomène.

Les résultats obtenus vont alors dans le même sens que ceux provenant de l'étude effectuée par Skoumios et Hatzinikita (2005) dans laquelle l'enseignement des sciences conduit, dans certains cas, à l'ajout d'éléments nouveaux à la conception initiale. Ceci a été observé, par exemple, lorsque les participants ont ajouté à leur conception initiale sur les ombres que la distance entre l'obstacle et la source lumineuse avait une influence sur la taille de l'ombre produite. Dans d'autres cas, toujours selon Skoumios et Hatzinikita (2005), les conceptions initiales peuvent avoir été transformées lorsque l'expérimentation démontre des contradictions avec les conceptions initiales. Dans cette étude, c'est le cas notamment lorsque le Soleil n'est plus considéré comme un élément obligatoire pour produire un arc-en-ciel, celui-ci étant remplacé par la lumière. Ceci s'explique par le fait que les participants ont créé des arcs-en-ciel en classe à l'aide d'une lampe de poche.

Toutefois, comme le mentionnent Skoumios et Hatzinikita (2005), il est possible que les changements conceptuels observés ne soient que temporaires, faisant en sorte que l'élève est susceptible de retourner à sa conception initiale devant un nouveau problème.

La conception initiale, dans ce cas, peut seulement avoir été masquée (Potvin, 2013). En effet, il est connu que les conceptions se révèlent persistantes et résistantes aux changements (Coquidé-Cantor et Giordan, 2002; Potvin, 2013). Cependant, certaines conceptions pourraient être plus faciles à modifier chez les enfants que d'autres (Vosniadou et Ionnides, 1998). C'est le cas des conceptions basées sur des observations quotidiennes (p. ex., le Soleil est un disque plat) pour lesquelles un changement conceptuel est possible par l'enseignement des sciences (*Ibid.*). Puisque plusieurs conceptions initiales erronées ou incomplètes semblaient provenir de l'expérience première et de l'impression sensorielle, il apparaît adéquat d'avancer que les expérimentations réalisées en classe ont induit un changement conceptuel favorable chez les enfants.

Ceci concorde également avec les résultats obtenus dans différentes études se déroulant à la maternelle. C'est le cas de Dogru et Seker (2012) qui, à la suite d'une intervention basée sur des activités scientifiques auprès d'élèves de maternelle, affirment « that science activities are effective in gaining science relevant concepts and correct synthesis mental models that are not sufficiently compatible with scientific knowledge » (p. 3021). De façon plus spécifique, Canedo-Ibarra et ses collaborateurs (2010) stipulent que les réponses non pertinentes et non scientifiques des enfants de six ans sont moins fréquentes à la suite d'une intervention basée sur des expérimentations scientifiques réalisées en petits groupes pour résoudre des problèmes relatifs au concept de flottaison. Selon eux, ce type d'expérimentation, semblable à celui vécu par les participants de cette étude, permet aux enfants de réfléchir sur de nouvelles propriétés et sur les relations qui

existent entre elles, menant à une plus grande compréhension du phénomène, ce qui encourage les enfants à « changing their initial models to more complex ones » (Canedo-Ibarra *et al.*, 2010, p. 66). Ceci a d'ailleurs été observé dans cette étude, notamment lorsque les participants ont été en mesure d'aller plus loin que les caractéristiques spécifiques associées à la lumière (couleur, forme) pour comprendre qu'il s'agit d'une entité qui voyage dans l'espace et lorsqu'ils ont perçu la relation qui existe entre la lumière et l'ombre. L'étude réalisée par Gallegos-Cázares, Flores-Camacho et Calderón-Canales (2009) auprès d'enfants de trois à six ans va dans le même sens en précisant que les expérimentations scientifiques jouent un rôle positif dans la compréhension du concept d'ombres et de lumière, alors que « the children's explanations, after the classroom intervention, have become more extensive and explicit regarding elements that intervene with phenomena » (p. 71).

Pour d'autres chercheurs, les changements conceptuels observés ne seraient pas attribuables aux expérimentations scientifiques seulement, mais plutôt à une approche interdisciplinaire impliquant les arts. C'est le cas de French (2004), fondatrice du programme préscolaire *ScienceStart!*, qui mentionne que les activités interdisciplinaires se basant sur les sciences permettent aux jeunes enfants de

create strong and enduring mental representations of what they have experienced in investigating the everyday world. They readily acquire vocabulary to describe and share these mental representations and the concepts that evolve from them. Children then rely on the mental representations as the basis for further learning and for higher order intellectual skills such as problem solving, hypothesis testing, and generalizing across situations (Conezio et French, 2002, p. 12)

L'approche intégrant les sciences et l'art dramatique utilisée par Christidou et ses collaborateurs (2009) pour explorer le concept du magnétisme à la maternelle démontre également des effets positifs sur les conceptions des enfants. Selon ces auteurs, l'art dramatique, en permettant de représenter symboliquement l'attraction magnétique à l'aide du corps, amène les enfants à « strengthened their newly-built knowledge in a lively and personied way » (p. 125), ce qui favorise un changement conceptuel. Dans un même ordre d'idées, Hadzigeorgiou (2002) considère que le fait d'utiliser la danse pour explorer le concept de la matière (mouvement moléculaire) induit le développement de modèles mentaux scientifiques. Ces résultats trouvent écho dans la danse de la réfraction réalisée durant cette étude, qui a amené certains participants à mieux comprendre le phénomène de réfraction, alors que ceux-ci étaient en mesure d'expliquer que la lumière change de direction lorsqu'elle change de milieu après les expérimentations. Pour Hadzigeorgiou (2002), « sensori-motor experiences should be seriously considered in planning curriculum activities, particularly for science education in early childhood » (p. 244).

Par ailleurs, dans sa thèse, Bêty (2013) met en évidence certaines pratiques d'enseignement favorisant le changement conceptuel. Il y est question notamment des situations amenant les élèves à résoudre des problèmes, à réutiliser les concepts scientifiques dans différents contextes, à manipuler du matériel, de même qu'à échanger avec leurs pairs et à exprimer leurs conceptions. Les activités d'enseignement interdisciplinaire proposées dans cette étude intégrant chacune de ces pratiques, celles-ci semblent alors se révéler efficaces pour susciter un changement conceptuel chez les élèves, du moins de

façon transitoire et contextuelle (Reuter *et al.*, 2007). Ainsi, les résultats de cette étude vont dans le même sens que ceux tirés de recherches antérieures, soit que les activités interdisciplinaires, qui incluent le recours aux sciences, amènent une meilleure compréhension de concepts scientifiques, ce qui favorise l'évolution de certaines conceptions initiales liées aux concepts étudiés.

Vosniadou et Ioannides (1998) soulignent toutefois que, pour qu'un changement conceptuel se produise, l'enfant doit avoir conscience du changement s'opérant dans sa conception d'un concept scientifique ou d'un phénomène, ce qu'ils nomment un « *meta-conceptual awareness* ». Les dessins représentant les conceptions initiales n'ayant pas été présentés aux enfants après l'intervention, ceux-ci n'ont probablement pas tous pris conscience des changements opérés dans leurs conceptions des quatre concepts étudiés, pouvant potentiellement conduire à un changement conceptuel qui serait plutôt transitoire.

5.1.2. Discussion des résultats sur la résolution de problèmes

En ce qui concerne les résultats portant sur la résolution de problèmes, ceux-ci permettent d'avancer qu'une approche interdisciplinaire, impliquant les sciences et les arts, favorise le développement des habiletés de résolution de problèmes auprès des enfants de maternelle. En effet, il a été observé que la résolution de problèmes se manifeste autant lors d'activités scientifiques qu'artistiques. Ce résultat est conforme à ceux obtenus par Stoll, Hamilton, Oxley, Eastman et Brent (2012), qui associent les sciences à la résolution de problèmes au niveau préscolaire, et Pitri (2001) qui relie les arts à la

résolution de problèmes, comme le témoignent ses propos : « meaningful playful experiences with artmaking help children develop abilities in reasoning, hypothesis testing, and problem solving » (p. 51).

Les stratégies utilisées pour résoudre les problèmes semblent toutefois différer selon la discipline associée. Il est question de la stratégie de tâtonnement et de la stratégie d'observation dans le cas des sciences. Dans le cas des arts, il est plutôt question du recours à la représentation symbolique et à la simulation motrice (*enactment*). Les stratégies observées durant les activités scientifiques concordent avec celles proposées par Phillips et ses collaborateurs (2010), qui placent l'observation et l'exploration par tâtonnement comme étant à la base de la résolution de problèmes chez le jeune enfant. De son côté, la simulation motrice est une stratégie qui concorde avec les travaux de Rinne et ses collaborateurs (2011) qui l'associent également aux arts. Pour ce qui est du recours aux représentations symboliques, cette stratégie semble correspondre à ce que Phillips et ses collaborateurs (2010) nomment la représentation. Ces auteurs ne considèrent toutefois pas cette stratégie comme étant associée à la résolution de problèmes, mais plutôt à la créativité. Duffy (2006), de son côté, reconnaît que la symbolique est très présente avec les arts. Les représentations symboliques joueraient d'ailleurs un rôle central dans le développement cognitif de l'enfant, lui permettant d'acquérir la capacité d'abstraction (Duffy, 2006), un élément nécessaire lors de la résolution de problèmes. Le recours au symbolique semble donc être une stratégie cognitive utilisée à l'éducation préscolaire pour résoudre des problèmes de nature artistique.

Par ailleurs, la stratégie de résolution de problèmes qui implique le recours aux pairs n'a pas été observée durant cette étude, bien qu'il s'agisse d'une stratégie faisant partie de celles reconnues au niveau préscolaire pour résoudre des problèmes (Phillips *et al.*, 2010; Shipley, 1998). Ce résultat trouve écho dans les travaux d'Azmitia (1988) qui précise que le jeune enfant est conscient du niveau de compétence des autres, faisant en sorte qu'il préfère observer un modèle qu'il considère comme expert, par exemple un enseignant, plutôt qu'observer un pair.

De plus, les résultats obtenus démontrent que les enfants mettent en œuvre leurs habiletés de résolution de problèmes à différents moments durant une activité : lorsqu'ils émettent des hypothèses, proposent des solutions basées sur des relations de cause à effet, puis lorsqu'ils valident leurs idées par des activités de type « main à la pâte » (*hands-on*). Ces résultats sont corroborés par les travaux de Bridge (2004), dans lesquels cette chercheuse observe également des manifestations de la résolution de problèmes lors des étapes de planification, d'expérimentation et de vérification chez le jeune enfant, ce qu'elle associe d'ailleurs directement au développement cognitif de celui-ci.

Par ailleurs, ces résultats démontrent que la nature de l'activité proposée a une influence importante sur la présence de manifestations d'habiletés de résolution de problèmes. Comme expliqué par Isenberg et Jalongo (2000, cités dans Bridge, 2004), pour que l'activité entame un processus de résolution de problèmes auprès des jeunes enfants, les problèmes doivent intéresser les enfants, leur permettre de s'exprimer de manière

personnelle et d'utiliser des approches différentes pour les résoudre. Par conséquent, les activités, qu'elles soient de nature scientifique ou artistique, doivent être ouvertes (*open-ended*) pour favoriser les habiletés de résolution de problèmes, ce qui a été le cas dans cette étude. C'est d'ailleurs également ce que soutient Bridge (2004) lorsqu'elle explique que « not all problem-solving activities need be science-based. Problem solving included a creative element both in the ways teachers plan such activity and in the way children respond to it » (p. 95).

Comme le démontrent les résultats de l'étude réalisée dans le cadre de ce mémoire et ceux issus de la documentation antérieure, la résolution de problèmes semble être stimulée par une approche pédagogique impliquant à la fois les sciences et les arts. Ceci résulte en la mobilisation de stratégies de résolution de problèmes variées qui dépendent de la discipline explorée.

5.1.3. Discussion des résultats sur la créativité

Les résultats obtenus relativement à la créativité semblent démontrer qu'une approche interdisciplinaire impliquant les sciences et les arts à l'éducation préscolaire favorise le développement de la créativité des enfants. En effet, la créativité s'est manifestée autant lors des activités scientifiques que lors des activités artistiques. Ce résultat concorde avec ceux obtenus par différents chercheurs s'étant intéressés à la créativité avec les sciences ou les arts chez les jeunes enfants. Ainsi, Mirzaie et ses collaborateurs (2009) soutiennent que les expérimentations scientifiques peuvent

augmenter la créativité des enfants. De même, Harlan et Rivkin (2000) vont dans le même sens en spécifiant que les activités scientifiques stimulent la créativité des enfants de maternelle. En ce qui a trait aux arts, ceux-ci sont reconnus comme étant efficaces pour soutenir le développement de la créativité, comme le démontrent les résultats de la synthèse de recherche effectuée par Aminolroaya, Yarmohammadian et Keshtiaray (2016) dans laquelle il est question, de façon plus spécifique, de projets artistiques et d'art dramatique pour accroître la créativité. Duffy (2006) ajoute que la production de musique et de danse permet également de soutenir la créativité des enfants. Puisque l'approche utilisée dans ce projet de recherche est interdisciplinaire, proposant des activités à la fois scientifiques et artistiques aux enfants, il semble que les possibilités d'exercer leur créativité ont été multipliées par le recours à cette approche. Par conséquent, l'interdisciplinarité avec les sciences et les arts apparaît efficace pour soutenir le développement de la créativité à l'éducation préscolaire.

De plus, les résultats obtenus démontrent que la créativité s'est manifestée sous des formes différentes en sciences et en arts et à des moments différents durant les activités d'enseignement. En effet, la fluidité et la flexibilité des idées ont été observées en sciences, particulièrement lorsqu'il était question d'émettre des hypothèses et de proposer des solutions pour résoudre les problèmes, et ce, lors des discussions en grand groupe. Dans le cas des arts, ces composantes de la créativité ont également été observées, mais cette fois, principalement lors des expérimentations artistiques, individuelles ou collectives, au moment où les enfants pratiquaient leur danse de la réfraction, par exemple, ou leur

musique de l'arc-en-ciel. Toutefois, l'originalité est une composante de la créativité qui n'a été observée que lors des activités artistiques, au moment où les enfants présentaient leur production finale au reste du groupe. Ceci concorde avec le point de vue de Duffy (2006), qui considère que la créativité peut faire partie de toutes disciplines, mais que ses manifestations varient selon le domaine d'apprentissage, bien que son processus demeure le même. Ainsi, Feldman et Benjamin (2006) reconnaissent que « *creativity can take many forms and that fostering creativity in one form may not foster it in another* » (p. 332). À ce propos, Duffy (2006) précise que « *in mathematics creativity is about problem solving rather than creating something* » (p. 57). Ceci corrobore donc les résultats obtenus dans cette étude, alors que la créativité s'est manifestée surtout lors des premières étapes de la résolution de problèmes en sciences et par la production d'une œuvre en arts (collage et dessin sur la lumière, théâtre d'ombres, danse de la réfraction et musique de l'arc-en-ciel).

Ces résultats tendent également à reconnaître que la créativité se manifeste principalement lors des activités de groupe, soit lors des discussions en grand groupe ou lors des expérimentations en petites équipes de travail. En effet, John-Steiner (2000, cité dans Megalakaki *et al.*, 2012) soutient que la créativité émerge de la collaboration. Mirzaie et ses collaborateurs (2009) expliquent à ce propos que lorsque les élèves délibèrent sur un problème en grand groupe, ceci favorise l'émission de plusieurs solutions possibles, dont les idées résultent d'une association avec celles des autres, permettant ainsi d'en développer davantage et de les raffiner. Ceci renvoie donc aux composantes de la

créativité observées en sciences dans cette étude lors des discussions en grand groupe, soit la fluidité et la flexibilité des idées.

Dans ce sens, les conclusions obtenues lors d'une recension de la documentation scientifique effectuée par Davies, Jindal-Snape, Digby, Howe, Collier et Hay (2014) réitèrent l'importance du rôle de l'enseignant pour soutenir la créativité de ses élèves, notamment par une approche qui favorise de nombreuses opportunités de collaboration entre les pairs. Toutefois, les interactions sociales ne seraient pas le seul élément à considérer en tant qu'enseignant pour stimuler la créativité des élèves. En effet, Megalakaki et ses collaborateurs (2012) soulignent la nécessité de présenter des tâches de type résolution de problèmes, alors que Duffy (2006) mentionne plutôt l'importance de proposer des activités ouvertes (*open-ended*) pour stimuler la créativité. Les activités d'enseignement effectuées durant cette étude comportaient ces trois éléments : des activités ouvertes basées sur une approche de résolution de problèmes lors desquelles les interactions sociales étaient encouragées. Il est alors peu étonnant que plusieurs manifestations de la créativité aient été observées, permettant d'avancer que l'approche choisie soutient la créativité des enfants de maternelle.

Par ailleurs, il importe de souligner que la créativité n'a pas été observée chez tous les participants. En effet, une participante sur les six n'a jamais fait preuve de fluidité, de flexibilité ni d'originalité durant les séances d'observation. Sa participation aux activités s'est limitée aux rôles que lui attribuaient ses pairs et son attitude était plutôt passive

durant les discussions en grand groupe ou les expérimentations. Ce résultat trouve écho dans les travaux de Megalakaki et ses collaborateurs (2012), qui soulignent la présence de facteurs externes influençant la créativité des enfants, soit la personnalité, la motivation et les émotions. Il semble d'ailleurs que les individus créatifs sont ceux qui font preuve de persévérance, qui acceptent de prendre des risques et sont ouverts aux nouvelles expériences (Lubart, Georgsdottir et Besançon, 2009, cités dans Megalakaki *et al.*, 2012). Aminolroaya et ses collaborateurs (2016), pour leur part, considèrent que les gens créatifs possèdent trois traits distinctifs dans leur personnalité, soit la persévérance, la curiosité et l'autonomie, dans le sens où l'individu ne dépend pas d'une approbation sociale pour persévérer. Ces éléments s'avèrent donc importants à considérer lors de l'étude de la créativité, permettant ainsi d'expliquer le peu de créativité de certains enfants dans une classe, et ce, malgré la mise en place d'interventions pédagogiques favorables.

5.2. Conclusion

À partir des résultats inhérents à chacune des manifestations observables du développement cognitif discutés à la section précédente, il est possible de se prononcer sur les effets que l'approche interdisciplinaire a entraînés sur le développement cognitif des participants de cette classe de maternelle. En effet, les différents résultats obtenus présentent des retombées positives pour les trois manifestations du développement cognitif, soit la présence de changements conceptuels vers des conceptions s'approchant de celles relevant du modèle scientifique, le développement d'habiletés de résolution de problèmes, ainsi que la stimulation de la créativité. Par conséquent, il est raisonnable

d'imputer ces effets positifs à l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts, et d'avancer que cette approche entraîne des répercussions positives sur le développement cognitif des enfants de la maternelle. La recherche effectuée dans le cadre de ce mémoire permet ainsi d'atteindre l'objectif de recherche général de cette recherche, qui visait à explorer les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur le développement cognitif des enfants à l'éducation préscolaire.

Au terme de ce projet de recherche, plusieurs questions restent toutefois en suspens, faisant office de limites de cette recherche, mais également de pistes pour des recherches ultérieures. Par ailleurs, les résultats obtenus permettent d'émettre quelques recommandations sur les pratiques qui soutiennent le développement cognitif à l'éducation préscolaire. Ces éléments sont abordés dans les sections suivantes.

5.2.1. Limites

Bien que les résultats obtenus semblent démontrer que l'approche interdisciplinaire impliquant les sciences et les arts constitue une approche efficace pour soutenir le développement cognitif des enfants, il s'avère difficile, avec la méthodologie utilisée, de déterminer si les retombées positives observées dépendent de la discipline sciences, de la discipline arts ou d'une combinaison des deux. Cet élément constitue une limite importante de cette recherche, puisqu'elle fait en sorte qu'il n'est pas possible d'évaluer les effets réels de l'approche interdisciplinaire. Afin de départager l'apport de chacune de ces disciplines sur les manifestations observables ciblées, il aurait été pertinent d'ajouter la

présence de groupes témoins dans lesquels seules les activités scientifiques ou artistiques auraient été réalisées. La comparaison des résultats obtenus dans chacun des groupes aurait permis d'obtenir plus de données sur les effets attribuables à l'approche interdisciplinaire sur le développement cognitif des enfants de maternelle. Toutefois, l'étude réalisée dans le cadre de ce mémoire avait une intention exploratoire. Ainsi, les résultats obtenus par cette exploration soutiennent désormais la pertinence de réaliser une prochaine étude avec une méthodologie quantitative qui permettrait de comparer des groupes soumis à différentes interventions.

Aussi, il convient de rappeler que les enfants ont participé à des activités interdisciplinaires pour une durée totale d'environ quatre heures. Cette courte période constitue une deuxième limite de cette recherche, puisque certains effets sur le développement cognitif, de même que sur les compétences intellectuelles, induits par un enseignement scientifique chez le jeune enfant, ont tendance à se manifester à long terme (Resta-Schweitzer et Weil-Barais, 2012). Par conséquent, il est probable que certains effets sur le développement cognitif n'ont pas été perçus durant cette étude, amenant ainsi des résultats incomplets sur la question de l'interdisciplinarité à l'éducation préscolaire.

Par ailleurs, le fait de réaliser le projet dans le milieu de travail de l'étudiante-chercheuse peut représenter une troisième limite de cette recherche. En effet, il est possible que certains enfants, désireux de plaire à l'étudiante-chercheuse avec qui ils

participent à divers projets dans l'école, aient amplifié leur enthousiasme face aux expérimentations proposées. Cette considération, référant au concept de désirabilité sociale, est importante, puisqu'elle évoque la possibilité que la fréquence des manifestations observées durant les activités d'enseignement ait été accrue par la présence de l'étudiante-chercheuse dans la classe.

De plus, l'absence d'une collecte de données sur les conceptions qui aurait eu lieu dans un troisième temps, soit quelques semaines après la fin des expérimentations, constitue une autre limite de ce projet. Celle-ci aurait permis de déterminer si les changements conceptuels observés sur les concepts scientifiques des participants persistent dans le temps, puisque ceux-ci sont souvent temporaires (Potvin, 2013). Cependant, selon Hardiman et ses collaborateurs (2014), l'ajout des arts à l'enseignement de disciplines scientifiques au primaire permet d'accroître la rétention des apprentissages sur les concepts scientifiques. Il serait donc intéressant de refaire cette étude en ajoutant une collecte de données avec les mêmes participants quelques semaines après l'intervention en classe.

Finalement, le fait d'utiliser des histoires de fiction pour amorcer chacune des activités d'enseignement peut constituer une dernière limite de cette recherche, malgré le fait que certains auteurs encouragent le recours à la littérature de fiction pour susciter un intérêt chez les enfants et fournir un contexte aux apprentissages scientifiques (Brock, Dunifon et Nagel, 2016; Christidou *et al.*, 2009; Hadzigeorgiou, 2001). Cette limite

émerge à la suite d'une réflexion de l'étudiante-chercheuse au cours des activités d'enseignement, à savoir si de telles histoires de fiction peuvent induire l'émergence de nouvelles conceptions erronées chez les enfants. À titre d'exemple, l'histoire de la souris et du Gruffalo renforce peut-être l'idée que les ombres sont effrayantes, puisque c'est l'ombre de la souris qui fait fuir le Gruffalo dans l'histoire, celle-ci ressemblant à celle d'un monstre. Par conséquent, il convient de se questionner sur les effets que peuvent susciter certaines histoires de fiction afin d'en anticiper les effets négatifs sur les conceptions des élèves.

5.2.2. Recommandations sur le développement cognitif à l'éducation préscolaire

Malgré la présence de certaines limites, les résultats obtenus lors de cette recherche permettent tout de même de relever certains points qui méritent d'être mis en pratique dans un contexte scolaire pour favoriser le développement cognitif des enfants de maternelle.

D'abord, il convient de rappeler que l'approche interdisciplinaire, telle qu'étudiée dans ce mémoire, semble se révéler utile pour soutenir le développement cognitif des enfants. Le fait d'intégrer les arts à l'enseignement des sciences permet de multiplier les occasions de développer les habiletés de résolution de problèmes et la créativité des enfants, tout en favorisant de nombreux apprentissages qui suscitent des changements conceptuels favorables. D'ailleurs, le fait d'amener les enfants à explorer des concepts scientifiques dès la maternelle constitue une voie efficace pour minimiser l'émergence de

conceptions erronées persistantes (Eshach et Fired, 2005; Potvin, 2017). Potvin (2017) précise, dans ce sens, que l'enseignement des sciences devrait se faire le plus tôt possible pour éviter d'avoir à modifier les conceptions des élèves plus tard, puisque celles-ci peuvent s'avérer résistantes aux changements et à l'enseignement. L'approche interdisciplinaire en sciences et en arts est donc encouragée à l'éducation préscolaire, d'autant plus qu'il est relativement facile de faire des liens entre ces deux disciplines; plusieurs points de convergence existant entre elles. Dans cette optique, la création d'un programme interdisciplinaire inspiré de celui de French (*ScienceStart!*) adapté au contexte scolaire québécois s'avèrerait particulièrement intéressante pour outiller les enseignants de maternelle du Québec. Les divers outils créés dans le cadre de cette recherche (situations d'enseignement apprentissage, bibliographie et histoires inventées) fournissent néanmoins une base disponible pour tout enseignant désirant s'initier à l'interdisciplinarité avec les sciences et les arts.

De même, il importe de préciser qu'une telle approche suscite des effets positifs lorsqu'elle met en place des situations d'apprentissage ouvertes dans lesquelles des problèmes adaptés à la zone proximale de développement des enfants (Vygotsky, 1978) se retrouvent. Ces situations d'apprentissage encouragent alors les habiletés de résolution de problèmes et la créativité des enfants. L'approche interdisciplinaire en sciences et en arts est d'autant plus intéressante dans ce sens, puisqu'elle suscite de nombreux problèmes, autant de nature scientifique qu'artistique, qui sont susceptibles de stimuler le développement cognitif des enfants.

De plus, il semble que la présence d'interactions sociales soit un élément central associé à la créativité, et par le fait même, au développement cognitif. Par conséquent, les activités interdisciplinaires proposées doivent favoriser les échanges avec les pairs par des discussions en grand groupe et du travail coopératif. Toutefois, la documentation scientifique antérieure semble rappeler que la nature de la tâche de type résolution de problèmes et les interactions sociales ne sont pas les seuls éléments à considérer pour stimuler la créativité des enfants. Enfin, certains traits de personnalité prédominent chez les gens créatifs, il s'agit alors de les encourager dès la petite enfance, soit la persévérance dans la réalisation d'une tâche, la curiosité, de même que l'autonomie et la confiance en soi.

Le développement global des enfants constitue le cœur du programme de formation de l'éducation préscolaire au Québec. Une dimension particulièrement importante du développement global pour la suite de la scolarité des enfants concerne la sphère cognitive et son développement. L'étude réalisée dans ce mémoire a permis de fournir des bases empiriques permettant de soutenir la pertinence de recourir à une approche interdisciplinaire basée sur les sciences et les arts dans une classe de maternelle pour soutenir le développement cognitif des enfants. Les études à venir permettront sans doute d'en apprendre davantage sur les effets d'une telle approche, celle-ci ayant sans doute également des répercussions sur les autres sphères du développement de l'enfant. Grâce aux résultats de ces études à venir, il sera alors possible de déterminer la place que devrait occuper l'approche interdisciplinaire dans une classe de maternelle.

RÉFÉRENCES

- Aminolroaya, S., Yarmohammadian, M. H. et Keshtiaray, N. (2016). Methods of nurturing creativity during preschool term: An integrative study. *Academic Journals*, 11(6), 204-210.
- Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (2008). *Mots-clés de la didactique des sciences. Repères, définitions, bibliographies*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Astolfi, J.-P., Peterfalvi, B. et Vérin, A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Les Éditions Retz.
- Audet, M. (1994). *La formation professionnelle des enseignants*. Paris : Presses universitaires de France.
- Azmitia, M. (1988). Peer Interaction and Problem Solving: When Are Two Heads Better Than One? *Child Development*, 59, 87-96.
- Bachelard, G. (1960). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* (4^e éd.). Paris : Vrin.
- Baribeau, C. (2005). L'instrumentation dans la collecte de données. Le journal de bord du chercheur. *Recherches qualitatives. Hors Série*, (2), 98-114.
- Barry, N. H. (2010). Oklahoma A+ Schools: What the research tells us 2002–2007. Volume three, quantitative measures. Oklahoma A+ School. University of Central Oklahoma. Repéré à <http://www.okaplu.org/storage/V3%20final.pdf>
- Becker, K. M. (2013). Dancing Through the School Day: How Dance Catapults Learning in Elementary Education. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 84(3), 6-8.
- Bêty, M.-N. (2013). *Conception et mise à l'essai d'un dispositif de formation portant sur le changement conceptuel en électricité et destiné aux enseignants du primaire* (Thèse de doctorat inédite). Université du Québec à Montréal.
- Bolduc, J. (2008). The Effects of Music Instruction on Emergent Literacy Capacities among Preschool Children: A Literature Review. *ECRP*, 10(1). Repéré à <http://ecrp.uiuc.edu/v10n1/bolduc.html>
- Bolduc, J. (2009). Musique et habiletés cognitives au préscolaire. *Recherche en éducation musicale*, 27, 1-16.

- Bolduc, J. (2010). La musique, ça enchante! Dans C. Raby et A. Charron (dir.), *Intervenir au préscolaire pour favoriser le développement global de l'enfant* (p. 145-152). Anjou : Les éditions CEC.
- Bouchard, C. (2010). Le développement global de l'enfant au préscolaire. Dans C. Raby, et A. Charron (dir.), *Intervenir au préscolaire pour favoriser le développement global de l'enfant* (p. 11-24). Anjou : Les éditions CEC.
- Bouchard, C. et Fréchette, N. (2008). Introduction : le développement global de 0 à 5 ans. Dans C. Bouchard (dir.), *Le développement global de l'enfant de 0 à 5 ans en contextes éducatifs* (p. 1-28). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Bouchard, C., Fréchette, N. et Gravel, F. (2008). Je pense : le développement cognitif de 3 à 5 ans. Dans C. Bouchard (dir.), *Le développement global de l'enfant de 0 à 5 ans en contextes éducatifs* (p. 305-355). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Bridge, H. (2004). Rediscovering Problem Solving In The Early Childhood Curriculum. *The Language and Literacy Spectrum*, 14, Spring, 93-103.
- Brock, P., Dunifon, S. et Nagel, L. (2016). Start With a Story. *Science and Children*, 53(6), 48-53.
- Burnafor, G., Brown, S., Doherty, J. et McLaughlin, H. J. (2007). *Arts integration frameworks, research and practice*. Washington, DC: Arts Education Partnership.
- 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.
- Cantin, G. et Bigras, N. (2007). Enseigner les sciences dès la petite enfance. Dans P. Potvin, M. Riopel et S. Masson (dir.), *Regards multiples sur l'enseignement des sciences* (p. 94-112). Québec : Éditions Multimondes.
- Carreau, D. (2010). L'importance des arts plastiques et de la créativité au préscolaire. Dans C. Raby et A. Charron (dir.), *Intervenir au préscolaire pour favoriser le développement global de l'enfant* (p. 125-136). Anjou : Les éditions CEC.
- Cerniglia, E. G. (2013). Musical Play in Early Childhood Classrooms: Taking it One Step Further. *Young Children*, Nov., 68-73.
- Champagne, G. (2004). Accorder de l'importance au processus créateur du jeune enfant. *Revue préscolaire*, 42(4), 7-11.

- Chang, N. (2012). What Are the Roles that Children's Drawings Play in Inquiry of Science Concepts? *Early Child Development and Care*, 182(5), 621-637.
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire*. Paris : Éditions Flammarion.
- Charpak, G., Léna, P. et Quéré, Y. (2005). *L'enfant et la Science. L'aventure de La main à la pâte*. Paris : Éditions Odile Jacob.
- Chessin, D. et Zander, M.J. (2006). The Nature of Science and Art. *Science Scope*, 29(8), 42-46.
- Cheung, R. H. P. (2010). Designing movement activities to develop children's creativity in early childhood education. *Early Child Development and Care*, (180)3, 377-385.
- 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.
- 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*, September, 12-18.
- Conseil canadien sur l'apprentissage. (2007). *Rapport sur l'apprentissage chez les jeunes enfants au Canada*. Ottawa : Conseil canadien sur l'apprentissage.
- Coquidé-Cantor, M. et Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique à l'École Maternelle*. Paris : Delagrave Édition.
- Craft, A. (2000). *Creativity Across the Primary Curriculum – Framing and developing practice*. London : Routledge.
- Craft, A. (2003). Creative Thinking in the Early Years of Education. *Early Years*, 23(2), 143-154.
- Craft, A. (2005). *Creativity in Schools. Tensions and Dilemmas*. London : Routledge.
- Danko-McGhee, K. et Slutsky, R. (2007). Floating Experiences: Empowering Early Childhood Educators to Encourage Critical Thinking in Young Children Through the Visual Arts. *Art Education*, March, 13-16.
- Danoff-Burg, J. A. (2002). Be a Bee and Other Approaches To Introducing Young Children to Entomology. *Young Children*, 57(5), 42-46.

- Darbellay, F. et Paulsen, T. (2008). *Le défi de l'inter- et transdisciplinarité : concepts, méthodes et pratiques innovantes dans l'enseignement et la recherche*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Davies, D., Jindal-Snape, D., Digby, R., Howe, A. Collier, C. et Hay, P. (2014). The roles and development needs of teachers to promote creativity: A systematic review of literature. *Teaching and Teacher Education*, 41, 34-41.
- Davis, G. A. et Keller, J. D. (2009). *Exploring science and mathematics in a child's world*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill/Prentice Hall.
- De Graeve, S. (2006). *Apprendre par les jeux*. Bruxelles : Éditions De Boeck.
- Deans, J. et Cohrssen, C. (2015). Young children dancing mathematical thinking. *Australasian Journal of Early Childhood*, 40(3), 61-67.
- Demetrikopoulos, M. K. et Pecore, J. L. (2016). *Interplay of Creativity and Giftedness in Science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Dionne, S. (2012). Kindergarten Monets. *Arts & Activities*, 151(3), 28-29.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2 et 3), 105-225.
- 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.
- Duffy, B. (2006). *Supporting Creativity and Imagination in the Early Years*. Maidenhead, UK: McGraw-Hill Education.
- Durand, M. J. et Chouinard, R. (2006). *L'évaluation des apprentissages. De la planification de la démarche à la communication des résultats*. Montréal : Éditions Marcel Didier.
- Durepos, S. et Cloutier, C. (2010). La danse au préscolaire. Dans C. Raby et A. Charron (dir.), *Intervenir au préscolaire pour favoriser le développement global de l'enfant* (p. 137-144). Anjou : Les éditions CEC.
- Eshach, H. et Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of science education and technology*, 14(3), 315-336.
- Feldman, D. H. et Benjamin, C. A. (2006). Creativity and education: An American retrospective. *Cambridge Journal of Education*, 36(3), 319-336.

- Fortin, M.-F. et Gagnon, J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives*. Montréal : Chenelière Éducation.
- Fourez, G. (2001). Fondements épistémologiques pour l'interdisciplinarité. Dans Y. Lenoir, B. Rey et I. Fazenda (dir.), *Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement* (p. 67-84). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 138-149.
- Furmanek, D. (2014). Classroom Choreography. Enhancing Learning Through Movement. *Young Children*, September, 80-85.
- 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.
- Gauthier, H. (2010). Du théâtre dès le préscolaire. Dans C. Raby et A. Charron (dir.), *Intervenir au préscolaire pour favoriser le développement global de l'enfant* (p. 115-124). Anjou : Les éditions CEC.
- Genc Kumtepe, E., Kaya, S. et Kumtepe, A. T. (2009). The Effects of Kindergarten experiences on Children's Science Achievement. *Elementary Education Online*, 8(3), 978-987.
- 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.
- Gess, A. H. (2017). STEAM Education: Separating Fact from Fiction. *Technology and Engineering Teacher*, 77(3), 39-41.
- Giguere, M. (2011). Dancing thoughts: an examination of children's cognition and creative process in dance. *Research in Dance Education*, 12(1), 5-28.
- Gillespie, C. W. et Glider, K. (2010). Preschool teacher's use of music to scaffold children's learning and behavior. *Early Child Development and Care*, 180(6), 799-808.
- Giordan, A. (1989). Vers un modèle didactique d'apprentissage allostérique. Dans N. Bednarz et C. Garnier (dir.), *Construction des savoirs : obstacles et conflits* (p. 240-257). Montréal : Éditions Agence d'ARC.

- Giordan, A. et Pellaud, F. (2008). *Comment enseigner les sciences. Manuel de pratiques*. Paris : Delagrave Édition.
- Graham, N. J. et Brouillette, L. (2016). Using Arts Integration to Make Science Learning Memorable in the Upper Elementary Grades: A Quasi-Experimental Study. *Journal for Learning Through the Arts*, 12(1), 1-17.
- Guéricolas, P. (2013). 3 questions à Caroline Bouchard sur la pertinence d'envoyer des enfants de 4 ans à la maternelle. *Journal Le fil*, Université Laval. Repéré à <https://www.lefil.ulaval.ca/trois-questions-34675/>
- Gupta, A. (2009). Vygotskian perspectives on using dramatic play to enhance children's development and balance creativity with structure in the early childhood classroom. *Early Child Development and Care*, 179(8), 1041-1054.
- Hadzigeorgiou, Y. (2001). The Role of Wonder and 'Romance' in Early Childhood Science Education. *International Journal of Early Years Education*, 9(1), 63-69.
- Hadzigeorgiou, Y. (2002). The utilization of sensori-motor experiences for introducing young pupils to molecular motion: a report of a pilot study. *Physics Education*, 37(3), 239.
- Hardiman, M., Rinne, L. et Yarmolinskaya, J. (2014). The Effects of Arts Integration on Long-Term Retention of Academic Content. *Mind, Brain, and Education*, 8(3), 144-148.
- Harlan, J. D. et Rivkin, M. S. (2000). *Science Experiences for the Early Childhood Years: an Integrated Approach* (7^e éd.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Harlen, W. (2012). *Enseigner les sciences : comment faire? Nouvelle Édition*. Paris : Éditions Le Pommier.
- Hasni, A. et Lebeaume, J. (2008). *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique*. Sherbrooke : Éditions du CRP.
- Heckman, J. J. (2006). Catch'em Young. *Wall Street Journal*, A14.
- Hendrick, J. (1993). *L'enfant. Une approche globale pour son développement*. Québec : Presse de l'Université du Québec.
- Hoisington, C., Chalufour, I., Winokur J. et Clark-Chiarelli, N. (2014). Promoting Children's Science Inquiry and Learning Through Water Investigations. *Young Children*, September, 72-79.

- Horowitz, R. et Webb-Dempsey, J. (2002). Promising signs of positive effects: Lessons from the multi-arts studies. Dans R. J. Deasy (dir.), *Critical links: Learning in the arts and student academic and social development* (p. 98-100). Washington, DC: Arts Education Partnership.
- Institut de la statistique du Québec. (2015). *Mieux connaître la parentalité au Québec. Un portrait à partir de l'Enquête québécoise sur l'expérience des parents d'enfants de 0 à 5 ans 2015*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Johnson, R. B. (1996). *The Effectiveness of Preschool Education on Academic Achievement*. Repéré à <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED400069.pdf>
- Johsua, S. et Dupin, J.-J. (2003). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses universitaires de France.
- Karalis, T. (2009). Lifelong Learning and Preschool Education: Odd Couple or Eclectic Relationship? *Problems of Education in the 21th Century*, 12, 68-73.
- Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2011). *La recherche en éducation : étapes et approches*. Saint-Laurent : ERPI.
- 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.
- Kurson, R. (2016). Learning About Plants With STEAM. *Science and Children*, 53(9), 58-63.
- Lagoutte, D. (2002). *Art et savoirs en maternelle. Explorer et agir*. Paris : Éditions Magnard.
- Laliberté, B. (1995). *Étude du rôle de l'imaginaire dans les représentations « pré-scientifiques chez des enfants du primaire* (Thèse de doctorat inédite). Université du Québec à Trois-Rivières.
- Laliberté, B. (2015). *Vivre les sciences et la technologie au primaire. 36 situations d'apprentissage et d'évaluation stimulantes, simples et concrètes*. Montréal : Chenelière Éducation.
- Lapassade, G. (2016). Observation participante. Dans J. Barus-Michel, E. Enriquez et A. Lévy (dir), *Vocabulaire de psychosociologie : Références et positions* (p.392-407). Toulouse : ERES.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3^e éd.). Montréal : Guérin.

- Lenoir, Y. et Sauvé, L. (1998). Note de synthèse. De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement : un état de la question : 2 – Interdisciplinarité scolaire et formation interdisciplinaire à l'enseignement. *Revue française de pédagogie*, 125(1), 109-146.
- Leung, C. B. (2008). Preschoolers' acquisition of Scientific Vocabulary Through Repeated Read-Aloud Events, Retellings, and Hands-On Science Activities. *Reading Psychology*, 29(2), 165-193.
- Lobman, C. L et Clark, K. (2015). From the Dress-Up Corner to the Stage. Dramatic Activities for Early Childhood Classrooms. *Young Children*, May, 92-99.
- Lowe, A. (2002). La pédagogie actualisante ouvre ses portes à l'interdisciplinarité scolaire. *Éducation et francophonie*, 30(2), 218-240.
- Lynch-Fraser, D. (1991). *Playdancing: Discovering and Developing Creativity in Young Children*. Pennington, JJ: Independant Publishers group.
- Maingain, A., Dufour, B. et Fourez, G. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Malenfant, N. (2014). Redonner vie à la chanson enfantine. *Revue Préscolaire*, 52(2), 27-31.
- Marinova, K. (2014). *L'intervention éducative au préscolaire. Un modèle de pédagogie du jeu*. Québec : Les Presses de l'Université du Québec.
- Martin, A. J., Mansour, M., Anderson, M., Gibson, R., Liem, G. A. D. et Sudmalis, D. (2013). The Role of Arts Participation in Students' Academic and Nonacademic Outcomes: A Longitudinal Study of School, Home, and Community Factors. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 709-727.
- Martineau, S. (2005). L'instrumentation dans la collecte des données. L'observation en situation : enjeux, possibilité et limites. *Recherches qualitatives. Hors Série*, (2), 5-17.
- Martineau, S. (2016). L'observation directe. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte de données* (6^e éd., p. 315-336). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Masson, S. (2007). Enseigner les sciences en s'appuyant sur la neurodidactique des sciences. Dans P. Potvin, M. Riopel et S. Masson (dir.), *Enseigner les sciences : regards multiples* (p. 308-321). Québec : Éditions MultiMondes.

- McLennan, D. M. O. (2012). Using Sociodram to help Young Children Problem Solve. *Early Childhood Educ J*, 39, 407-442.
- Megalakaki, O., Craft, A. et Cremin, T. (2012). The nature of creativity: Cognitive and confluence perspectives. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 10(3), 1035-1056.
- Meirieu, P. (2012). *Apprendre... oui, mais comment?* Paris : ESF éditeur.
- Merrotsy, P. (2013). A Note on Big-C Creativity and Little-c Creativity, *Creativity Research Journal*, 25(4), 474-476.
- Miller, E. et Almon, J. (2009). *Crisis in the Kindergarten. Why Children Need to Play in School*. College Park, MA: Alliance for Childhood.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire, Enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec. Repéré à <http://www1.education.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/primaire/>
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2016). *Maternelle 4 ans à temps plein pour les enfants en milieux défavorisés – Le ministre Sébastien Proulx annonce l'ajout de 100 classes pour l'année scolaire 2016-2017*. Québec : Gouvernement du Québec. Repéré à <http://www.education.gouv.qc.ca/salle-de-presse/communiques-de-presse/detail/article/emmaternelle-4-ans-a-temps-plein-pour-les-enfants-en-milieus-defavorisesem-le-ministre/>
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2017). *Politique de la réussite éducative. Le plaisir d'apprendre, la chance de réussir*. Québec : Gouvernement du Québec. Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PSG/politiques_orientations/politique_reussite_educative_10juillet_F_1.pdf
- Mirzaie, R. A., Hamidi, F. et Anaraki, A. (2009). A study on the Effet of Science Activities on Fostering Creativity in Preschool Children. *Journal of Turkish Science Education*, 6(3), 81-90.
- Moga, E., Burger, K., Hetland, L. et Winner, E. (2000). Does Studying the Arts Engender Creative Thinking? Evidence for Near but Not Far Transfer. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 91-104.
- Morrison, K. (2012). Integrate Science and Arts Process Skills in the Early Childhood Curriculum. *Dimensions of Early Childhood*, 40(1), 31-38.

- 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.
- National Association for Music Education. (2014). *2014 Music Standards Prek-8 General Music*. Reston, VA. Repéré à <http://www.nafme.org/my-classroom/standards/core-music-standards/>
- Nichols, A. J. et Stephens, A. H. (2013). The Scientific Method and the Creative Process: Implications for the K-6 Classroom. *Journal For Learning Through The Arts*, 9(1), 1-12.
- Pagani, S. L., Fitzpatrick, C., Belleau, L. et Janosz, M. (2011). Prédire la réussite scolaire des enfants en quatrième année à partir de leurs habiletés cognitives, comportementales et motrices à la maternelle. *L'institut de la statistique du Québec*, 6(1). Repéré à http://www.jesuisjeserai.stat.gouv.qc.ca/pdf/publications/feuille/fascicule_reussite_scol_fr.pdf
- Papalia, D. E. et Olds, S. W. (2005). *Psychologie du développement de l'enfant* (6^e éd.). Laval : Beauchemin.
- Pelletier, D. (2001). *Activités projets : le développement global en action*. Mont-Royal : Modulo.
- 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.
- Phillips, J., Harper, J., Lee, K. et Boone, E. (2013). *Arts integration and the Mississippi Arts Commission's Whole Schools Initiative*. Repéré à <http://www.mswholeschools.org>
- Piaget, J. (1967). *La psychologie de l'intelligence*. Paris : Armand Colin.
- Piro, J. (2010). Going from STEM to STEAM. The Arts Have a Role in America's Future, Too. *Education Week*, 29(24), 28-29.
- Pitri, E. (2001). The Role of Artistic Play in Problem Solving. *Art Education*, 54(3), 46-52.
- 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.

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. et Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
- Potvin, P. (2013). Proposition for improving the classical models of conceptual change based on neuroeducational evidence: conceptual prevalence. *Neuroeducation*, 1(2), 16-43.
- 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.
- Raby, C. et Charron, A. (2016). *Intervenir au préscolaire pour favoriser le développement global de l'enfant*. (2^e éd). Anjou : Les éditions CEC.
- Radocy, R. E. et Boyle, J. D. (2003). *Psychological Foundation of Music Behavior*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- 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.
- Resta-Schweitzer, M. et Weil-Barais, A. (2012). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 1(1), 63-82.
- Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I. et Lahanier-Reuter, D. (2007). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- 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.
- Robelen, E. W. (2011). Focus on Arts Education. Building STEAM: Blending the Arts with STEM Subjects. *Education Week*, December, 8-9.

- Ruano-Borbalan, J.-C. (2008). *Éduquer et Former : Les connaissances et les débats en éducation et en formation* (3^e éd.). Auxerre Cedex : Sciences Humaines Éditions.
- Russo, M., Colurciello, S. G. et Kelly, R. (2008). For the birds! Seeing, Being, and Creating the Bird World. *Young Children*, 63(1), 26-30.
- Samson, G., Hasni, A. et Ducharme-Rivard, A. (2012). Constats et défis à relever en matière d'intégration et d'interdisciplinarité : résultats partiels d'une recension d'écrits. *Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 47(2), 193-212.
- Samson, G., Simard, C., Gareau, A. et Allard, É. (2017). Existe-t-il une didactique de l'interdisciplinarité? Le cas de la mathématique, de la science et de la technologie. Dans S. El Euch, A. Groleau et G. Samson (dir.), *Didactiques : bilans et perspectives* (p. 245-264). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Sansom, A. (2009). Mindful pedagogy in dance: Honoring the life of the child. *Research in Dance Education*, 10(3), 161-176.
- Savoie-Zajc, L. (2006). Comment peut-on construire un échantillonnage scientifiquement valide? *Recherches qualitatives*, 5, 99-111.
- Savoie-Zajc, L. (2009). L'entrevue semi-dirigée. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte de données* (5^e éd., p. 337-360). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Shipley, D. (1998). *Empowering Children. Play-Based Curriculum for Lifelong Learning*. Scarborough : ITP Nelson.
- 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.
- Skoumios, M. et Hatzinikita, V. (2005). The Role of Cognitive Conflict in Science Concept Learning. *International Journal of Learning*, 12(7).
- Stoll, J., Hamilton, A., Oxley, E., Eastman, A. M. et Brent, R. (2012). Young thinkers in motion: Problem solving and physics in preschool. *Young Children*, 67(2), 20.
- Teodecki, G. R. (2015). Designing a world for fun. *SchoolArt*, 115(1), 22-23.
- Thouin, M. (1985). Les représentations de concepts en sciences physiques chez les jeunes. *Revue des sciences de l'éducation*, 11(2), 247-258.

- Thouin, M. (2017). *Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire* (3^e éd.). Québec : Éditions Multimondes.
- Toussaint, R., Lavigne, A., Laliberté, B., Des Lierres, T. et Khanh-Thanh, T. (2001). *Apprentissage et enseignement des sciences et de la technologie au primaire*. Québec : Gaëtan Morin.
- Van Den Heuvel-Panhuizen, M., Van Den Boogaard, S. et Doig, B. (2009). Picture books stimulate the learning of mathematics. *Australasian Journal of Early Childhood*, 34(2), 30-39.
- Van der Maren, J.-M. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie. Des modèles pour l'enseignement* (2^e éd.). Bruxelles : De Boeck
- Vosniadou, S. et Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International journal of science education*, 20(10), 1213-1230.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 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.
- Weil-Barais, A. et Lemeignan, G. (1994). Approche développementale de l'enseignement et de l'apprentissage de la modélisation. Dans J.-L. Martinand (dir.), *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences* (p. 85-113). Paris : Institut national de recherche pédagogique.
- Winner, E. et Cooper, M. (2000). Mute those claims: No evidence (yet) for a causal link between arts study and academic achievement. *Journal of Aesthetic Education*, 34, 11-76.
- 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.

APPENDICE A
CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE
AVEC DES ÊTRES HUMAINS



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : Interdisciplinarité en sciences et en arts au préscolaire : effets sur le développement cognitif des élèves

Chercheur(s) : Édith Allard
Département des sciences de l'éducation

Organisme(s) : CRSH

N° DU CERTIFICAT : CER-17-232-07.11

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 16 mars 2017 au 16 mars 2018

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.

Bruce Maxwell

Président du comité

Fanny Longpré

Secrétaire du comité

Décanat de la recherche et de la création

Date d'émission : 16 mars 2017

APPENDICE B
LETTRE DE CONSENTEMENT



**LETTRE D'INFORMATION
(CONSENTEMENT SUBSTITUÉ)**

**L'interdisciplinarité en sciences et en arts au préscolaire : effets sur le
développement cognitif des élèves**

Édith Allard, étudiante à la maîtrise
Département des sciences de l'éducation
Directeur de recherche : Ghislain Samson
Recherche subventionnée par le CRSH

La participation de votre enfant à la recherche qui vise à mieux comprendre les effets d'une approche interdisciplinaire sur le développement cognitif des enfants serait grandement appréciée.

Objectifs

Les objectifs de ce projet de recherche sont d'explorer les effets de quatre activités d'enseignement intégrant les sciences et les arts sur le développement de connaissances scientifiques en lien avec la lumière, de même que sur le développement de la créativité et de la capacité à résoudre des problèmes.

Le but de cette lettre d'information est de vous aider à comprendre exactement ce qu'implique l'éventuelle participation de votre enfant à la recherche de sorte que vous puissiez prendre une décision éclairée à ce sujet. Prenez donc le temps de la lire attentivement et n'hésitez pas à poser toute question que vous jugerez utile. Vous pouvez prendre tout le temps dont vous avez besoin avant de prendre votre décision.

Tâche

Au cours du mois d'avril et mai, quatre activités d'enseignement, conformes au programme de formation en lien avec les sciences et les arts, auront lieu dans la classe de votre enfant et seront animées par moi-même et l'enseignante de votre enfant. En sciences, il s'agira de démonstrations et d'expériences scientifiques et en arts, il s'agira d'activités d'arts plastiques, de théâtre, de danse et de musique.

Numéro du certificat : CER-17-232-07.11
 Certificat émis le 16 mars 2017

La participation de votre enfant à ce projet de recherche consiste à réaliser quatre dessins représentant ses connaissances sur différents concepts scientifiques avant les activités d'enseignement et après les activités d'enseignement. Je questionnerai également votre enfant de façon individuelle sur ses dessins afin qu'il me les explique davantage. Cet entretien sera enregistré me permettant d'y référer ultérieurement dans ma recherche.

De plus, il est possible que j'observe votre enfant durant les activités d'enseignement afin d'apprécier sa créativité et ses tentatives de résolution de problèmes lors des activités scientifiques et artistiques réalisées en classe.

Ces activités, durant chacune environ soixante minutes, se dérouleront en avril et en mai dans la classe de votre enfant et le local de l'orthophoniste au besoin.

Risques, inconvénients, inconforts

Aucun risque n'est associé à la participation de votre enfant à la recherche. Le temps consacré au projet, soit environ cinq heures, demeure le seul inconvénient. Toutefois, il est possible que certains enfants soient perturbés par le changement de routine, le changement de local ou l'absence de leur enseignante lors des entrevues individuelles servant à expliquer leurs dessins.

Bénéfices

La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'approche interdisciplinaire au préscolaire est le principal bénéfice prévu à la participation de votre enfant à la recherche. Toutefois, il est possible également qu'il développe des connaissances scientifiques en lien avec les concepts explorés durant ce projet, qu'il développe sa créativité, de même que sa capacité à résoudre des problèmes par le biais des activités vécues en classe.

Compensation ou incitatif

Aucune compensation d'ordre monétaire n'est accordée.

Confidentialité

Les données recueillies par cette étude sont entièrement confidentielles et ne pourront en aucun cas mener à l'identification de votre enfant. La confidentialité sera assurée par le recours à un nom fictif pour identifier chacun des participants. De même, le nom de l'enseignante et le nom de l'école demeureront anonymes dans les documents. Par ailleurs, les données seront conservées dans un ordinateur sécurisé par un mot de passe. Les résultats de la recherche, qui pourront être diffusés sous forme de documents scientifiques (mémoire de maîtrise et articles), ne permettront pas d'identifier les participants.

Les données recueillies seront conservées sous clé dans mon bureau à l'UQTR. Les seules personnes qui y auront accès seront moi-même et mon directeur de recherche. Toutes ces personnes ont signé un engagement à la confidentialité. Les données seront détruites après cinq ans à l'aide d'un déchiqueteur ou de façon sécurisée pour les données conservées sur ordinateur. De plus, elles ne seront pas utilisées à d'autres fins que celles décrites dans le présent document.

Numéro du certificat : CER-17-232-07.11

Certificat émis le 16 mars 2017

Participation volontaire

La participation à cette étude se fait sur une base volontaire. Votre enfant est entièrement libre d'y participer ou non et de se retirer en tout temps sans préjudice et sans avoir à fournir d'explications. Vous êtes également entièrement libre d'accepter ou de refuser qu'il [ou elle] participe à la recherche sans avoir à motiver votre décision ni à subir quelque préjudice que ce soit.

Dans le cas où votre enfant ne participerait pas à l'étude, il effectuerait les activités d'enseignement en classe, mais aucune donnée ne sera récoltée pour le projet de recherche. De même, si votre enfant se retirait de l'étude, toute donnée le concernant sera détruite.

Par ailleurs, le fait de participer ou non n'aura pas de conséquences sur les résultats scolaires de votre enfant et n'influencera pas le jugement de l'enseignante pour son bulletin.

Remerciement

Votre collaboration est précieuse. Nous l'apprécions et vous en remercions.

Responsable de la recherche

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour toute question concernant ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec Édith Allard par courriel: Edith.Allard@uqtr.ca ou en téléphonant à l'école : 819 840-4327.

Question ou plainte concernant l'éthique de la recherche

Cette recherche est approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières et un certificat portant le numéro CER-17-232-07.11 a été émis le 16 mars 2017.

Pour toute question ou plainte d'ordre éthique concernant cette recherche, vous devez communiquer avec la secrétaire du comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières, par téléphone (819) 376-5011, poste 2129 ou par courrier électronique CEREH@uqtr.ca.



FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Engagement de la chercheuse

Moi, Édith Allard, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement du participant

Je, _____, confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet : *L'interdisciplinarité en sciences et en arts au préscolaire : effets sur le développement cognitif des élèves*. J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de la participation de mon enfant à la recherche. On a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction.

J'accepte librement que mon enfant : _____ participe à la recherche. Je comprends qu'il [ou elle] peut se retirer de la recherche en tout temps et sans préjudice.

Parent ou tuteur légal :	Étudiante-chercheuse :
Signature :	Signature :
Nom :	Nom : Édith Allard
Date :	Date :

Numéro du certificat : CER-17-232-07.11
Certificat émis le 16 mars 2017

APPENDICE C

QUESTIONNAIRE POUR L'ENTRETIEN SEMI-DIRIGÉ

ACCOMPAGNANT LE DESSIN

Entretien individuel
Édith Allard, étudiante-chercheuse
Projet de recherche financé par le CRSH

Questionnaire pour l'entretien semi-dirigé accompagnant le dessin
(prétest et post-test sur les concepts scientifiques)

Mise en contexte

À notre connaissance, très peu d'études se sont intéressées aux effets de l'approche interdisciplinaire auprès des élèves du préscolaire, encore moins en ce qui a trait au recours aux sciences et aux arts pour soutenir le développement cognitif des élèves. Ce projet de recherche vise ainsi à explorer et à décrire les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts au préscolaire sur le développement cognitif des élèves. Par cette étude, des données concernant les conceptions relatives à des concepts scientifiques, les habiletés de résolution de problèmes et la créativité sont collectées à l'aide de différents outils de collecte de données, dont les entretiens individuels. Ce projet de recherche contribuera donc à faire évoluer les connaissances sur l'approche interdisciplinaire utilisée auprès d'élèves de maternelle, tout en éclairant les enseignants du préscolaire sur les approches pédagogiques à privilégier auprès de leurs élèves.

Rappel de l'objectif poursuivi en faisant appel aux entretiens individuels

1. Évaluer les effets de l'approche interdisciplinaire en sciences et en arts sur les conceptions associées au concept de lumière auprès d'une classe de maternelle.

Consignes pour le déroulement de l'entretien individuel

1. L'étudiante-chercheuse souhaite la bienvenue au participant.
2. L'étudiante-chercheuse présente sommairement la recherche.

« Comme je te l'ai expliqué dans la classe, je fais une étude à l'université pour voir si les activités que nous faisons en classe t'aident à apprendre de nouvelles choses. Je t'ai demandé de faire quatre dessins dans la classe. Voudrais-tu me les expliquer pour que je les comprenne mieux? »

3. L'étudiante-chercheuse informe le participant des précisions concernant le déroulement de l'entretien.

« Je vais enregistrer ce que tu me dis pour que je puisse te réécouter lorsque je regarderai tes dessins une prochaine fois. Je vais aussi prendre quelques notes pour mieux me rappeler de tes explications. Est-ce que ça te va? N'oublie pas, il n'y a

pas de mauvaise réponse. Si tu ne comprends pas ma question, tu peux me le dire, je vais te l'expliquer. »

4. L'étudiante-chercheuse démarre l'enregistrement.

Questions (*les questions en italiques sont des questions de relance, à utiliser lorsque le participant n'a pas de réponse à la question principale.*)

Concept de la lumière blanche

Explique-moi ton dessin.

Qu'est-ce que la lumière? *Explique-moi ce que c'est.*

Comment est-ce que la lumière se forme?

De quoi a-t-on besoin pour avoir de la lumière?

Concept des ombres

Explique-moi ton dessin.

Qu'est-ce qu'une ombre? *Explique-moi ce que c'est.*

Comment est-ce que les ombres se forment?

De quoi a-t-on besoin pour faire des ombres?

Concept de la réfraction

Explique-moi ton dessin.

Qu'est-ce que la réfraction? *Explique-moi ce que c'est.*

Comment est-ce que la réfraction se forme?

De quoi a-t-on besoin pour observer la réfraction?

Concept de l'arc-en-ciel

Explique-moi ton dessin.

Qu'est-ce qu'un arc-en-ciel? *Explique-moi ce que c'est.*

Comment est-ce qu'un arc-en-ciel se forme?

De quoi a-t-on besoin pour créer un arc-en-ciel?

Clôture :

L'étudiante-chercheuse remercie le participant, elle lui rappelle que l'entretien est anonyme et elle répond aux questions.

« En terminant, je te remercie de m'avoir expliqué tes dessins. Ça m'aide beaucoup à mieux les comprendre et ça m'aide aussi dans ma recherche. Tout ce que tu m'as dit restera entre nous. As-tu des questions? »

APPENDICE D

GRILLE D'OBSERVATION DE LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES

ET DE LA CRÉATIVITÉ

Act. _____ Date _____	Grille d'observation de la résolution de problèmes (R) et de la créativité (C) du sous-échantillon (inspirée du Early Learning Standards Inventory de Phillips <i>et al.</i> (2010) et de l'adaptation du Torrance Tests of Creative Thinking de Cheung (2010))								
Enoncés	Partici- pant 1	Partici- pant 2	Partici- pant 3	Partici- pant 4	Partici- pant 5	Partici- pant 6	Autres observations Résolution de problèmes	Autres observations Créativité	
Elaboration de l'hypothèse									
R.1 Le participant propose une ou des hypothèses. Aucune = 0 Une = 1 Plus d'une = 2									
C.1 Le participant propose différentes hypothèses (fluidité et flexibilité des idées). (inscrire le nombre)									
Elaboration d'une procédure pour résoudre le problème									
R.2 Le participant propose une ou des solutions pour résoudre le problème. Aucune = 0 Une = 1 Plus d'une = 2									
C.2 Le participant propose différentes solutions (fluidité et flexibilité des idées). (inscrire le nombre)									
Expérimentations scientifiques									
R.3 Le participant effectue une ou plusieurs tâches pour résoudre le problème. Aucune = 0 Une = 1 Plus d'une = 2									
R.4 Le participant accepte ou cherche l'aide d'un partenaire pour résoudre le problème. Jamais = 0 Une fois = 1 Plus d'une fois = 2									
R.5 Le participant reproduit l'expérience présentée lors de la démonstration pour résoudre le problème. Oui = 1 Non = 0									

C.3 Le participant essaie de nouvelles expériences pour résoudre le problème (flexibilité et originalité). Oui = 1 Non = 0								
Expérimentations artistiques								
R.6 Le participant accepte ou cherche l'aide d'un partenaire pour résoudre le problème lié à la proposition de création. Jamais = 0 Une fois = 1 Plus d'une fois = 2								
C.4 Le participant essaie de nouvelles expériences pour réaliser une production liée à la proposition de création (flexibilité et originalité). Oui = 1 Non = 0								
Création artistique finale								
C.5 Le participant utilise les expériences réalisées en sciences pour les introduire dans la nouvelle situation artistique (flexibilité des idées). Oui = 1 Non = 0								
C.6 Le participant exprime ses propres idées par une création artistique unique (originalité des idées). Oui = 1 Non = 0								
Résultat total pour la résolution de problèmes								
Résultat total pour la créativité								

APPENDICE E

BIBLIOGRAPHIE DES ALBUMS JEUNESSE UTILISÉS

En lien avec le concept d'ombres :

- Donaldson, J. et Scheffler, A. (2006). *Petit Gruffalo*. Paris : Gallimard.

En lien avec le concept d'arc-en-ciel :

- Claybourne, A. (2009). *La lumière : infos et expériences sur les sciences. Ça marche!* Toronto : Éditions Scholastic.
- Yayo. (1998). *Le chasseur d'arc-en-ciel*. Saint-Laurent : Les éditions 400 coups.

APPENDICE F

HISTOIRES INVENTÉES PAR L'ÉTUDIANTE-CHERCHEUSE

(En lien avec les concepts de lumière et de réfraction)

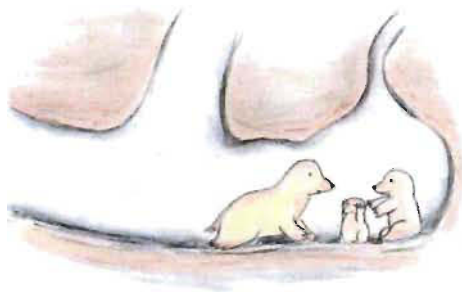
En lien avec le concept de lumière¹¹

La taupe qui avait peur du noir



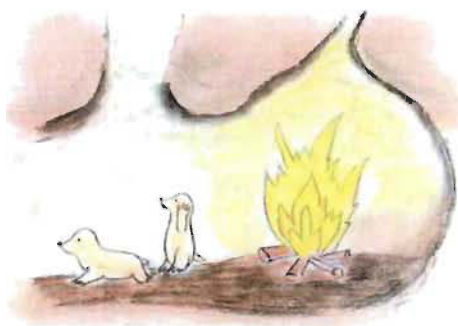
Par Édith Allard

C'est l'histoire d'une petite taupe qui était très étrange. Depuis sa naissance, cette taupe, nommée Toti, avait peur du noir. Cela ne s'était jamais vu dans le royaume des taupes, puisque les taupes vivaient dans des terriers et se promenaient dans des galeries souterraines sombres depuis toujours.



2

Devant la peur incompréhensible de leur jeune amie, les taupes ingénieuses du royaume se sont rencontrées et ont tenté de trouver une solution pour régler ce problème et apporter un peu de lumière à la galerie de Toti. Leur première idée fut d'imiter les humains et de faire un feu dans la chambre de Toti.



Malheureusement, dès que le feu commença à brûler, une épaisse fumée envahit les souterrains creusés par les taupes, obligeant toute la communauté à évacuer leur demeure.

3

Les ingénieurs réfléchirent donc à une autre idée. Ils proposèrent de faire un trou dans la terre au-dessus de la chambre de Toti pour l'éclairer grâce à la lumière du soleil. Malheureusement, dès que l'ouverture fut creusée, un renard gourmand s'approcha et tenta de manger la pauvre Toti.



Les ingénieurs rebouchèrent aussitôt le trou pour éviter toute nouvelle attaque de leur ennemi. Devant ces deux échecs, qui avaient mis en danger toutes les taupes du terrier, les ingénieurs rencontrèrent Toti et lui expliquèrent qu'il n'existait aucune façon d'amener de la lumière dans le terrier, que c'était tout simplement impossible!

4

¹¹ Format 8,5 x 11 disponible sur demande

Toti, bien qu'ayant peur du noir, était une petite taupe très courageuse et déterminée. Elle se refusait de croire qu'il n'existait pas de solution à son problème. Elle décida donc de partir en voyage, à la recherche d'autres animaux, vivant eux aussi sous terre. Peut-être que ceux-ci avaient la solution à son problème...



Un bon matin, elle quitta donc sa maison et sa famille et partit à l'aventure.

5

Toti commença par explorer la forêt près de chez elle.

Elle fit d'abord la rencontre de Moris, le lapin. Tout comme les taupes, celui-ci habitait également sous terre, dans un grand terrier. Moris invita Toti à visiter sa maison, mais malheureusement, il y faisait aussi noir que dans la sienne.



6

Toti continua donc sa quête.

Son voyage l'amena dans un grand champ dans lequel vivaient des marmottes. Les marmottes vivaient également sous terre, mais comme le lapin, ceux-ci n'avaient pas de solution à proposer à Toti. L'intérieur de leur demeure était bien sombre.



7

Déçue, mais toujours convaincue qu'il existait une façon d'apporter la lumière dans sa chambre sous terre, Toti poursuivit sa route.



Quelques jours plus tard, elle fit la rencontre d'une fourmi. Celle-ci lui expliqua qu'elle vivait aussi sous terre, dans une fourmilière, mais qu'il y faisait aussi sombre qu'une nuit sans lune.

Toti marcha longtemps, très longtemps. Après de longues journées de route, elle arriva dans un pays très froid, couvert de neige et de glace.

8

Des phoques qui se prélassaient sur la banquise lui apprirent qu'elle était rendue au pôle Nord. Désireux d'aider la taupe dans sa quête, ils lui indiquèrent que l'ours polaire vivait dans une magnifique tanière qu'il creusait dans la neige.



Toti alla donc lui rendre visite. La grosseur de cet animal et de sa tanière l'impressionna, mais malheureusement, dans le fond de la tanière, il y faisait aussi noir que dans sa propre maison.

9

La taupe revint s'asseoir sur la banquise. De grosses larmes de découragement glissèrent de ses yeux et tombèrent sur le sol. Après tout ce voyage, elle n'avait toujours aucune idée de la façon de vaincre sa peur du noir...

Les larmes continuèrent de couler et formèrent rapidement une plaque sur le sol gelé. Rapidement, cette plaque de larmes durcit sous l'effet du froid intense et devint une plaque de glace, qui reflétait son image, comme un miroir.



Alors que Toti s'apprêtait à prendre le chemin du retour, elle vit une lumière scintiller sur le banc de neige près de la tanière de l'ours. Toti ne rêvait pas, une lumière éclairait la neige. En observant de plus près la scène, elle comprit qu'il s'agissait des rayons du soleil qui se reflétaient sur la plaque de glace qu'elle avait créée avec ses larmes et qui rebondissaient sur le banc de neige plus loin. La petite taupe eut alors une idée de génie!

10

Sur le chemin du retour, elle ramassa tout ce qui ressemblait à des miroirs et les ramena chez elle.



Lorsqu'elle arriva enfin à son terrier, elle se mit tout de suite au travail...

11

Page manquante

12

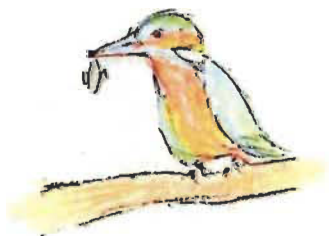
Depuis ce jour, la chambre de la petite taupe est éclairée par la lumière du soleil grâce à ses miroirs et Toti n'a plus jamais eu peur du noir!



En lien avec le concept de réfraction¹²

Le drôle d'oisillon

Par Édith Allard



Personne ne sait comment s'est arrivé, mais un jour, un gentil merle, nommé Merla, trouva dans son nid un œuf tout blanc, parmi ses œufs bleus. Sans s'inquiéter de ce phénomène étrange, elle décida de les couvrir jusqu'au jour où...



CRAC! Ses œufs se mirent à éclore. Un, deux, trois petits merles sortirent leurs petites têtes de leur coquille. Bientôt, l'œuf blanc se mit aussi à se fissurer.

Merla poussa un sifflement de surprise! L'oisillon à l'intérieur de l'œuf blanc n'était pas brun comme ses autres petits, non, il était bleu! Sans s'inquiéter davantage de ce phénomène surprenant, elle décida de s'occuper de ce petit oiseau comme si de rien n'était.

2

L'oisillon bleu, nommé Azur, grandit. Merla était inquiète pour lui. Il refusait de manger la nourriture qu'elle lui apportait : de bons petits fruits bien murs... C'était vraiment un bébé capricieux! Malgré cela, Merla ne se décourageait pas et continuait de lui apporter des fruits variés pour essayer de plaire à son petit Azur.



Un jour, ne sachant plus quoi faire pour qu'Azur accepte de manger, Merla en parla à son amie. Celle-ci lui fit remarquer à quel point Azur était différent des autres oisillons. Il était bleu, plus petit, plus rapide au vol également. Tranquillement, l'idée qu'Azur ne soit pas un merle commença à germer dans l'esprit de Merla. S'il n'était pas un merle, peut-être avait-il une alimentation différente de la sienne? Elle effectua donc des recherches afin de comprendre si certains oiseaux mangeaient autre chose que des fruits.

3

Rapidement, elle fit la rencontre du rossignol. Cet oiseau était insectivore, il mangeait des insectes.

Le rossignol accepta d'aider Merla et alla dénicher un gros ver de terre qu'il offrit à Azur. Celui-ci, en faisant la grimace, mangea le ver, mais se mit à piailler. Ce n'était pas ce qu'il voulait.



Encouragée par ce progrès, car Azur avait accepté d'avalier sa nourriture, elle continua ses recherches.

4

¹² Format 8,5 x 11 disponible sur demande.

Bientôt, elle rencontra un faucon. Celui-ci l'avisa qu'il mangeait de petits animaux, comme des souris, des chauves-souris et... des oisillons! Le rapace n'a pas eu à en dire plus et Merla poursuivit son chemin à la recherche d'un oiseau qui se nourrirait d'autre chose que de fruits, d'insectes et de petits animaux.



5

Merla arriva près d'un étang. Elle remarqua alors un oiseau, perché sur un arbre qui semblait surveiller l'eau. C'était un martin-pêcheur. Elle lui demanda ce qu'il faisait et celui-ci lui répondit qu'il guettait l'arrivée d'un poisson, car il n'avait pas encore déjeuné.



Tout à coup, l'oiseau effectua un merveilleux plongeon. Merla avait vu, elle aussi, le poisson dans l'eau, cependant le martin-pêcheur ne semblait pas avoir plongé au bon endroit, mais plutôt à côté de sa proie.

6

Lorsque l'oiseau bleu ressortit de l'eau, il avait attrapé un beau poisson. Il l'avalait d'un coup. Merla lui demanda comment il avait fait pour attraper le poisson et savoir à quel endroit se trouvait le poisson dans l'eau. Celui-ci lui répondit qu'il avait tenu compte de la réfraction des rayons de lumière et que cela lui permettait de plonger à l'endroit exact où se trouvait le poisson.

Merla était très impressionnée par ces explications, surtout qu'elle ne savait pas du tout ce qu'était la réfraction! Alors qu'elle continuait d'observer l'oiseau bleu, elle commençait à trouver qu'il ressemblait à son petit Azur. Il avait la même couleur, son bec était noir et allongé et ses pattes orangées...



Elle expliqua au martin-pêcheur qu'elle avait adopté un oisillon qui était différent de ses propres oisillons. Il ne ressemblait pas aux merles et ne semblait pas se nourrir de la même nourriture. L'oiseau bleu proposa de pêcher un petit poisson pour que Merla puisse vérifier si son drôle d'oisillon mangeait du poisson.

7

De retour au nid, Azur émit plusieurs sifflements de joie à la vue d'un si bon repas. Il avala le poisson en entier et émit des sifflements pour en avoir encore! Merla proposa alors à Azur de faire une promenade avec elle jusqu'à l'étang pour aller y chercher d'autres poissons. Elle lui expliqua qu'il y vivait un oiseau qui pourrait l'aider à se nourrir. À leur arrivée à l'étang, le martin-pêcheur était toujours en train de pêcher sa nourriture.



Il observa l'oisillon et affirma que celui-ci était de la même espèce que lui, un martin-pêcheur. Il accepta d'apprendre à Azur à pêcher, en utilisant la réfraction pour bien trouver sa proie.

8

Depuis ce jour, Azur est un oiseau très heureux, pas du tout capricieux.



Il continue de vivre avec les merles, qui sont pour lui sa famille, mais Azur passe aussi de longues journées auprès de son professeur, le martin-pêcheur, afin d'apprendre à pêcher et à utiliser la réfraction pour se nourrir.

APPENDICE G

SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT APPRENTISSAGE

PLANIFICATION 1¹³

Titre de l'activité : La lumière
Niveau : Éducation préscolaire

Date : 19 avril 2017
Durée : 65 minutes

Intention de l'activité	Développer des connaissances sur la lumière (déplacement, réflexion) en stimulant l'habileté de résolution de problèmes et la créativité.	
Domaines d'apprentissage	Science et technologie et arts	
Compétence disciplinaire et composante	Construire sa compréhension du monde	Exercer sa pensée dans différents contextes (PFEQ, p. 63)
Savoirs essentiels	<p>Connaissances se rapportant au développement cognitif (PFEQ, p. 68)</p> <ul style="list-style-type: none"> La science et la technologie : <ul style="list-style-type: none"> Observation et manipulation d'objets (lampe de poche, miroir) Recherche d'explications et de conséquences en rapport avec des éléments naturels (la lumière) Les arts : arts plastiques (collage, dessin) <p>Stratégies cognitives et métacognitives (PFEQ, p. 66) : Observer, expérimenter, questionner et se questionner</p>	
Compétences transversales et ses composantes	Ordre intellectuel	<p>Résoudre des problèmes (PFEQ, p. 19)</p> <ul style="list-style-type: none"> Mettre à l'essai des pistes de solution Adopter un mode de fonctionnement souple <p>Mettre en œuvre sa pensée créatrice (PFEQ, p. 23)</p> <ul style="list-style-type: none"> S'imprégner des éléments d'une situation S'engager dans une réalisation
Sensibilisation (10 min) Formule utilisée : Discussion dirigée Matériel utilisé : TNI, photo de taupe, histoire de la taupe	Déclencheur et mise en situation	L'étudiante-chercheuse présente aux élèves, sur le TNI, une photo d'une taupe dans son terrier. Elle lit ensuite une histoire ¹⁴ de façon interactive : <i>La taupe qui avait peur du noir</i> . Elle explique qu'une page du livre a été déchirée, ce qui fait que nous ne savons pas comment la taupe s'y est prise pour amener la lumière au fond de son terrier avec son miroir.
	Défi de l'activité	Remplacer la page manquante du livre en trouvant comment la taupe de l'histoire a réussi à éclairer le fond de son terrier avec des miroirs.
	Rappel des acquis	L'étudiante-chercheuse demande aux élèves de lui nommer ce qu'ils savent sur la lumière. Elle note les idées au TNI. Elle sauvegarde le <i>paperboard</i> créé pour y recourir lors de la clôture.

¹³ Canevas de SAÉ proposé durant la formation initiale à l'UQTR par M^{me} Sylvie Veillette, chargée de cours à l'UQTR.

¹⁴ Histoire inventée par l'étudiante-chercheuse (voir l'appendice F).

<p>Déroulement</p> <p>Formules utilisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Démonstration • Expérimentation • Questionnement • Discussion dirigée <p>Matériel utilisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 lampes de poche • carton troué • 10 miroirs • 6 boîtes trouées et figurine de taupe à l'intérieur • pastel gras • 16 cartons noirs • papier construction • papier d'aluminium • ciseau • colle en bâton • TNI <p>Différenciation pédagogique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'enseignante ajoute des défis et/ou des contraintes aux élèves plus forts. • Équipes de travail hétérogènes. • Étayage en fonction des difficultés. 	<p>Étape 1 (5 min) : L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'émettre des hypothèses sur la façon dont la lumière se déplace, sur ce qui arrive si la lumière est bloquée par un obstacle et sur ce qui se passe si on projette la lumière sur un miroir. Elle note les hypothèses des élèves au TNI (et elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon).</p> <p>Étape 2 (5 min) : L'étudiante-chercheuse demande aux élèves de lui proposer des façons d'amener la lumière du Soleil au fond du terrier. Pour ce faire, elle présente une boîte trouée (représentant le terrier) dans laquelle se retrouve une figurine représentant la taupe. Elle présente le reste du matériel : une lampe de poche (qui représente le Soleil) et des miroirs. Elle note les suggestions (elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon) et discute avec les élèves de la faisabilité de leurs idées.</p> <p>Étape 3 (5 min) : L'étudiante-chercheuse procède à une démonstration en grand groupe. Elle utilise une lampe de poche et un carton troué au centre. Elle demande aux élèves d'expliquer ce qui se passe lorsqu'elle pointe la lumière dans le trou ou sur le carton. Elle amène les élèves à constater que la lumière est un faisceau qui se déplace en ligne droite et que celui-ci est bloqué face à un obstacle. Elle projette ensuite la lumière sur un miroir. Elle demande aux élèves de lui expliquer ce qui se passe pour amener les élèves à observer que la lumière est réfléchi par le miroir.</p> <p>Étape 4 (10 min) : L'étudiante-chercheuse explique les expériences scientifiques qui seront à réaliser en équipe. D'abord, elle propose de former une chaîne avec des miroirs et une lampe de poche pour éclairer un objet placé sur le mur. Elle lance le défi aux élèves : utiliser un maximum de miroirs pour y arriver. Lorsque l'équipe a réussi ce premier défi, elle demande aux élèves de résoudre le problème initial à l'aide de miroirs et d'une lampe de poche en ajoutant la contrainte de ne pas bouger la lampe de poche puisqu'elle représente la lumière du Soleil. L'étudiante-chercheuse forme six équipes et sépare le groupe en deux. Elle distribue le matériel. Les élèves réalisent les manipulations. L'étudiante-chercheuse observe les élèves faisant partie du sous-échantillon et remplit la grille d'observation. L'enseignante circule et donne des rétroactions.</p> <p><i>Difficultés anticipées :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté à coopérer pour faire la chaîne avec les miroirs. L'étudiante-chercheuse donne des responsabilités spécifiques à chaque membre du groupe. • Difficulté à amener la lumière sur la taupe. L'étudiante-chercheuse propose de bouger les miroirs ou la lampe de poche. Elle refait la démonstration initiale.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Étape 5 (10 min) : Les demi-groupes sont inversés. Les mêmes activités sont réalisées avec les trois autres équipes.</p> <p>Étape 6 (10 min) : L'étudiante-chercheuse explique l'activité artistique. Elle demande aux élèves de réaliser la page manquante du livre en dessinant, à l'aide de pastels gras, leur montage sur un carton noir, et en ajoutant, par collage, une taupe à l'aide de papier construction et les miroirs avec du papier d'aluminium. Elle distribue le matériel. Les élèves réalisent leur représentation individuellement. L'étudiante-chercheuse observe les élèves faisant partie du sous-échantillon et remplit la grille d'observation. L'enseignante circule et donne des rétroactions.</p> <p><i>Difficulté anticipée :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté à représenter leur montage sur papier. L'étudiante-chercheuse donne des pistes sur les caractéristiques de la lumière (voyage en ligne droite, est réfléchi par les miroirs). <p>Étape 7 (5 min) : Les élèves reviennent en grand groupe. L'étudiante-chercheuse demande aux élèves s'ils ont réussi à trouver comment la taupe s'y est prise pour régler son problème. Elle présente certaines solutions au reste du groupe. L'étudiante-chercheuse remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon en observant leur création artistique.</p>	
<p>Clôture (5 min)</p> <p>Formule utilisée : discussion dirigée.</p> <p>Matériel utilisé : TNI</p>	Synthèse	<p>L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont appris sur la lumière en revenant aux hypothèses initiales notées au TNI. Elle amène les élèves à relever certaines caractéristiques observées de la lumière :</p> <ul style="list-style-type: none"> • se déplace en ligne droite, • est bloquée par les obstacles, • peut être réfléchi par des surfaces telles que les miroirs.
	Ouverture	<p>L'étudiante-chercheuse propose aux élèves d'en apprendre davantage sur la lumière la semaine prochaine en s'intéressant aux ombres.</p>

PLANIFICATION 2

Titre de l'activité : Les ombres

Date : 26 avril 2017

Niveau : Éducation préscolaire

Durée : 60 minutes

Intention de l'activité	Développer des connaissances sur la lumière (les ombres) en stimulant l'habileté de résolution de problèmes et la créativité.	
Domaines d'apprentissage	Science et technologie et arts	
Compétence disciplinaire et ses composantes	Construire sa compréhension du monde	Exercer sa pensée dans différents contextes (PFEQ, p. 63)
Savoirs essentiels	Connaissances se rapportant au développement cognitif (PFEQ, p. 68) La science et la technologie : <ul style="list-style-type: none"> ○ Observation des ombres et manipulation d'objets (lampe de poche, marionnettes) ○ Recherche de conséquences en rapport avec des éléments naturels (si on bloque la lumière avec un objet, on produit une ombre) • Les arts : l'art dramatique (théâtre d'ombres) Stratégies cognitives et métacognitives (PFEQ, p. 66) Explorer, planifier, anticiper, vérifier.	
Compétences transversales et ses composantes	Ordre intellectuel	Résoudre des problèmes (PFEQ, p. 19) <ul style="list-style-type: none"> • Analyser les éléments de la situation Mettre en œuvre sa pensée créatrice (PFEQ, p. 23) <ul style="list-style-type: none"> • S'engager dans une réalisation
Sensibilisation (15 min) Formule utilisée : Discussion dirigée. Matériel utilisé : TNI, album jeunesse	Déclencheur et mise en situation	L'étudiante-chercheuse présente un album jeunesse aux élèves : <i>Le petit Gruffalo</i> . Elle lit ensuite l'histoire de façon interactive.
	Défi de l'activité	Comment pourrions-nous faire pour effrayer le monstre comme l'a fait la petite souris dans l'histoire?
	Rappel des acquis	L'étudiante-chercheuse demande aux élèves de lui nommer ce qu'ils savent sur la lumière et les ombres. Elle note les idées au TNI. Elle sauvegarde le <i>paperboard</i> créé pour y recourir lors de la clôture.
Déroulement Formules utilisées : <ul style="list-style-type: none"> • Questionnement • Démonstration • Expérimentation • Modélisation Matériel utilisé :	Étape 1 (5 min) : L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'émettre des hypothèses sur la façon dont les ombres se forment (Comment on forme une ombre? De quoi avons-nous besoin pour faire des ombres?). Elle note les hypothèses des élèves au TNI. Ensuite, elle demande aux élèves de lui proposer des façons de faire une ombre géante comme celle de l'histoire de la petite souris. Elle note les suggestions et discute avec eux de la faisabilité de leurs idées (elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon).	

<ul style="list-style-type: none"> • 4 lampes de poche • 4 cartons blancs • 20 différentes silhouettes sur un bâton (dont 4 souris et 4 Gruffalo) • théâtre d'ombres (écran en papier et support) • projecteur • rallonge électrique • TNI <p>Différenciation pédagogique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'enseignante ajoute des défis et/ou des contraintes aux élèves plus forts. • Équipes de travail hétérogènes. • Étayage en fonction des difficultés. 	<p>Étape 2 (3 min) : L'étudiante-chercheuse procède à une démonstration en grand groupe. Elle utilise une lampe de poche et une silhouette sur un bâton. Elle demande aux élèves d'expliquer ce qui se passe lorsqu'elle éclaire la marionnette pour arriver à la conclusion que l'ombre est formée lorsque la lumière est bloquée par un obstacle. Elle questionne les élèves sur la grosseur de l'ombre qui varie selon la distance de la source lumineuse avec la marionnette.</p> <p>Étape 3 (7 min) : L'étudiante-chercheuse forme quatre équipes. Elle fournit une lampe de poche et un carton blanc à chaque équipe, ainsi que des silhouettes en carton. Elle leur demande de créer des ombres sur le carton blanc avec les marionnettes et leurs mains en manipulant la lampe de poche. Elle lance le défi de faire des ombres géantes (comme dans l'histoire) et des ombres plus petites. Elle donne la contrainte à certaines équipes de ne pas bouger la source lumineuse. Pendant que les élèves font les manipulations, l'étudiante-chercheuse observe les élèves faisant partie du sous-échantillon et remplit la grille d'observation.</p> <p>Étape 4 (10 min) : L'étudiante-chercheuse présente le théâtre d'ombres en grand groupe. Elle modélise la façon de l'utiliser et demande aux élèves de préparer une pièce de théâtre d'ombres représentant la finale de l'histoire du <i>Petit Gruffalo</i>, dont celle-ci peut être modifiée s'ils le désirent. Les élèves se pratiquent à l'aide des marionnettes fournies par l'enseignante (l'étudiante-chercheuse observe les élèves faisant partie du sous-échantillon et remplit la grille d'observation).</p> <p><i>Difficultés anticipées :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté à trouver des idées pour faire la pièce de théâtre. L'étudiante-chercheuse fournit le livre aux élèves de l'équipe pour qu'ils puissent revoir la scène finale. • Difficulté à se répartir les rôles dans l'équipe. L'étudiante-chercheuse propose de faire un tirage au sort pour l'attribution des rôles. • Difficulté technique pour réaliser le théâtre d'ombres (p. ex., l'élève cache la source lumineuse, la silhouette de l'élève est visible). L'étudiante-chercheuse effectue une démonstration de contre-exemples aux élèves. <p>Étape 5 (8 min) : Chaque équipe présente leur production artistique au reste du groupe. L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'observer s'ils ont réussi à imiter la stratégie de la petite souris pour faire peur au monstre (projeter une ombre agrandie de la souris). Elle remplit la grille d'observation des élèves du sous-échantillon.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Clôture (5 min)</p> <p>Formule utilisée : discussion dirigée</p> <p>Matériel utilisé : TNI</p>	Synthèse	<p>L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont appris sur la lumière et les ombres en revenant aux hypothèses initiales notées au TNI. Elle amène les élèves à relever certaines caractéristiques observées de la lumière :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la lumière se déplace en ligne droite; • la lumière est bloquée par les obstacles, ce qui forme des ombres derrière; • la lumière peut provenir d'une source artificielle (lampe de poche, projecteur) ou du Soleil.
	Ouverture	<p>L'étudiante-chercheuse propose aux élèves d'en apprendre davantage sur la lumière la semaine prochaine en s'intéressant à la réfraction. Elle lance aussi le défi aux élèves de faire des ombres le lendemain à l'extérieur en utilisant la lumière du Soleil plutôt que celle d'une lampe de poche.</p>

PLANIFICATION 3

Titre de l'activité : La réfraction

Date : 3 mai 2017

Niveau : Éducation préscolaire

Durée : 60 minutes

Intention de l'activité	Développer des connaissances sur la lumière (déplacement, réfraction) en stimulant l'habileté de résolution de problèmes et la créativité.	
Domaines d'apprentissage	Science et technologie et arts	
Compétence disciplinaire et ses composantes	Construire sa compréhension du monde	Exercer sa pensée dans différents contextes (PFEQ, p. 63)
Savoirs essentiels	Connaissances se rapportant au développement cognitif (PFEQ, p. 68) <ul style="list-style-type: none"> La science et la technologie : <ul style="list-style-type: none"> Observation et manipulation d'objets (lumière, paille, eau) Recherche d'explications en rapport avec des phénomènes naturels (la réfraction de la lumière) Les arts : la danse Stratégies cognitives et métacognitives (PFEQ, p. 66) Observer, produire des idées nouvelles, questionner et se questionner.	
Compétences transversales et ses composantes	Ordre intellectuel	Résoudre des problèmes (PFEQ, p. 19) <ul style="list-style-type: none"> Analyser les éléments de la situation Adopter un mode de fonctionnement souple Mettre en œuvre sa pensée créatrice (PFEQ, p. 23) <ul style="list-style-type: none"> Imaginer des façons de faire Adopter un fonctionnement souple
Sensibilisation (10 min) Formule utilisée : Discussion dirigée Matériel utilisé : TNI, aquarium et poisson rouge en plastique, histoire du martin-pêcheur.	Déclencheur et mise en situation	L'étudiante-chercheuse présente un aquarium rempli d'eau dans lequel est fixé un poisson rouge en plastique. Elle lit ensuite une histoire de façon interactive : <i>Le drôle d'oisillon</i> ¹⁵ .
	Défi de l'activité	Comment le martin-pêcheur de l'histoire réussit-il à attraper du poisson pour se nourrir?
	Rappel des acquis	L'étudiante-chercheuse demande aux élèves de lui nommer ce qu'ils savent sur la lumière. Elle note les idées au TNI. Elle sauvegarde le <i>paperboard</i> créé pour y recourir lors de la clôture.
Déroulement Formules utilisées : <ul style="list-style-type: none"> Démonstration 	Étape 1 (5 min) : L'étudiante-chercheuse explique que le martin-pêcheur utilise le phénomène de réfraction lorsqu'il pêche. Elle procède à une démonstration à l'aide de l'aquarium et du poisson qui y est fixé. Elle demande aux élèves de venir observer le phénomène et d'expliquer ce	

¹⁵ Histoire inventée par l'étudiante-chercheuse (voir l'appendice F).

<ul style="list-style-type: none"> • Observation • Expérimentation • Questionnement • Explications <p>Matériel utilisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquarium rempli d'eau • Poisson rouge en plastique • 4 verres transparents en plastique • 4 pailles • Pichet d'eau • Serviette (en cas de dégât) • Affiche sur la réfraction • Montages de musique classique et de musique de cirque (rythmes variés) • Radio • TNI <p>Différenciation pédagogique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Équipes de travail hétérogènes. • Étayage en fonction des difficultés. 	<p>qu'ils observent pour arriver à la conclusion que lorsque la lumière change de milieu (de l'air à l'eau), elle change de direction. Elle demande ensuite aux élèves de lui proposer d'autres façons d'observer le phénomène de réfraction. Elle note les suggestions et discute avec les élèves de la faisabilité de leurs idées.</p> <p>Étape 2 (5 min) : L'étudiante-chercheuse propose aux élèves l'expérimentation scientifique à l'aide de verres d'eau et de pailles. Elle demande aux élèves d'émettre des hypothèses sur ce qui arrivera à la paille lorsqu'elle sera dans l'eau. Elle note les hypothèses des élèves au TNI (elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon).</p> <p>Étape 3 (6 min) : L'étudiante-chercheuse sépare le groupe en quatre équipes et distribue le matériel : pailles et verre d'eau transparent. Pendant que les élèves effectuent la manipulation, l'étudiante-chercheuse observe les élèves faisant partie du sous-échantillon et remplit la grille d'observation.</p> <p>Étape 4 (5 min) : L'étudiante-chercheuse demande aux élèves de revenir en grand groupe. À l'aide d'une affiche expliquant le phénomène de réfraction, elle explique ce qui a été observé : la lumière, qui voyage en ligne droite, change de direction lorsqu'elle change de milieux : eau, verre, plastique, etc.</p> <p>Étape 5 (10 min) : L'étudiante-chercheuse lance le défi de réaliser une danse qui représente le phénomène de réfraction. Elle demande aux élèves de proposer des façons de représenter la réfraction avec son corps. Elle remplit la grille d'observation de résolution de problèmes pour les six élèves du sous-échantillon. Ensuite, elle modélise certains mouvements qui permettent de représenter différents milieux (l'eau, l'air) et la lumière. Elle sépare la classe en quatre équipes : deux équipes se pratiquent dans le local de motricité avec elle et les deux autres équipes se pratiquent dans la classe avec l'enseignante. L'étudiante-chercheuse met un montage de musique classique ou de cirque comme trame musicale. Les équipes pratiquent leur danse en équipe. L'étudiante-chercheuse circule et donne des suggestions aux élèves, tout en remplissant la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon.</p> <p><i>Difficultés anticipées :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté à trouver des idées pour inventer la danse. L'étudiante-chercheuse pose différentes questions aux élèves pour susciter une inspiration (p. ex., comment se déplace-t-on dans l'eau? Et dans l'air? etc.). • Difficulté à faire le lien entre la réfraction et la danse. L'étudiante-chercheuse pose différentes questions aux élèves pour susciter une réflexion (p. ex., que se passe-t-il avec la lumière lorsqu'elle arrive dans l'eau?).
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Étape 6 (8 min) : Les élèves reviennent en grand groupe. Chaque équipe présente leur danse au reste du groupe. L'étudiante-chercheuse questionne les élèves afin qu'ils expliquent leur danse en faisant le lien avec la réfraction. Elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon.	
Clôture (5 min)	Synthèse	L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont appris sur la réfraction en revenant aux hypothèses initiales notées au TNI. Elle amène les élèves à nommer le phénomène observé en lien avec la lumière : la réfraction.
Formule utilisée : discussion dirigée		
Matériel utilisé : TNI	Ouverture	L'étudiante-chercheuse propose aux élèves d'en apprendre davantage sur la lumière la semaine prochaine en s'intéressant aux arcs-en-ciel.

PLANIFICATION 4

Titre de l'activité : L'arc-en-ciel

Date : 11 mai 2017

Niveau : Éducation préscolaire

Durée : 80 minutes

Intention de l'activité	Développer des connaissances sur la lumière et les arcs-en-ciel, stimuler l'habileté de résolution de problèmes et la créativité.	
Domaines d'apprentissage	Science et technologie et arts	
Compétence disciplinaire et ses composantes	Construire sa compréhension du monde	Exercer sa pensée dans différents contextes (PFEQ, p. 63)
Savoirs essentiels	Connaissances se rapportant au développement cognitif (PFEQ, p. 68) <ul style="list-style-type: none"> La science et la technologie : <ul style="list-style-type: none"> Observation et manipulation d'objets (source lumineuse, eau, prisme) Recherche d'explications en rapport avec des phénomènes naturels (arc-en-ciel) Les arts : la musique (instruments de musique, notes de la gamme, rythme) Stratégies cognitives et métacognitives (PFEQ, p. 66) : Observer, expérimenter, produire des idées nouvelles.	
Compétences transversales et ses composantes	Ordre intellectuel	Résoudre des problèmes (PFEQ, p. 19) <ul style="list-style-type: none"> Analyser les éléments de la situation Mettre à l'essai des pistes de solution Mettre en œuvre sa pensée créatrice (PFEQ, p. 23) <ul style="list-style-type: none"> S'imprégner des éléments d'une situation Imaginer des façons de faire
Sensibilisation (10 min)	Déclencheur et mise en situation	L'étudiante-chercheuse présente une photo d'arc-en-ciel. Elle lit ensuite une histoire de façon interactive : <i>Le chasseur d'arc-en-ciel</i> .
Formules utilisées : Discussion dirigée	Défi de l'activité	Comment pourrions-nous aider le personnage de l'histoire à fabriquer son bout d'arc-en-ciel?
Matériel utilisé : TNI, photo d'un arc-en-ciel, album jeunesse	Rappel des acquis	L'étudiante-chercheuse demande aux élèves de lui nommer ce qu'ils savent sur la lumière et les arcs-en-ciel. Elle note les idées au TNI. Elle sauvegarde le <i>paperboard</i> créé pour y recourir lors de la clôture.
Déroulement	Étape 1 (8 min) : L'étudiante-chercheuse demande aux élèves de lui proposer des façons de créer un arc-en-ciel. Pour aider les élèves, elle présente une lampe de poche (qui représente le Soleil), des contenants rectangulaires remplis d'eau (qui représente la pluie) et un prisme. Elle note les suggestions (elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon) et discute avec les élèves de la faisabilité de leurs idées.	
Formules utilisées :	<ul style="list-style-type: none"> Démonstration Expérimentation Questionnement 	

<p>Matériel utilisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 contenants rectangulaires remplis d'eau • 3 miroirs • 3 lampes de poche • 3 feuilles blanches • 3 prismes • Crayons de cire • Documentaire sur la réfraction et les arcs-en-ciel • Serviette • TNI • Instruments de musique variés (xylophone, tube, clochette, grelots, guitare, tambour, maracas, clavier, triangle, cloches) <p>Différenciation pédagogique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Équipes de travail hétérogènes. • Étayage en fonction des difficultés. 	<p>Étape 2 (5 min) : L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'émettre des hypothèses sur ce qui arrivera lorsqu'elle allumera sa lampe de poche sur le prisme? Sur le miroir? Quelles seront les couleurs de l'arc-en-ciel (p. ex., Sont-elles toujours les mêmes? Dans le même ordre?). Elle note les hypothèses des élèves au TNI (et elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon).</p> <p>Étape 3 (4 min) : L'étudiante-chercheuse procède à une démonstration en grand groupe. Elle utilise un contenant rempli d'eau, une lampe de poche (ou la lumière du Soleil si possible) et une feuille blanche. Elle demande aux élèves d'expliquer ce qui se passe lorsque les couleurs apparaissent sur la feuille blanche pour arriver à la conclusion que la lumière est réfractée par l'eau, ce qui sépare la lumière blanche en rayons de différentes couleurs.</p> <p>Étape 4 (15 min) : L'étudiante-chercheuse explique les expériences scientifiques à réaliser en équipe : former un arc-en-ciel avec la lampe de poche (ou la lumière du Soleil) et le prisme et avec le miroir dans un contenant rempli d'eau. Elle demande aux élèves, une fois le défi réussi, de colorier un arc-en-ciel sur leur feuille blanche en observant les couleurs obtenues et en respectant leur ordre d'apparition. Elle forme six équipes et sépare la classe en deux¹⁶. L'étudiante-chercheuse distribue le matériel et les élèves effectuent les expérimentations. L'étudiante-chercheuse circule parmi les équipes et donne des rétroactions. Elle observe les élèves faisant partie du sous-échantillon et remplit la grille d'observation pour ces élèves.</p> <p>Étape 5 (12 min) : Les demi-groupes sont inversés. Les mêmes activités sont réalisées avec les trois autres équipes.</p> <p>Étape 6 (8 min) : Les élèves reviennent en grand groupe. L'étudiante-chercheuse présente une page d'un livre documentaire qui explique la formation des couleurs de l'arc-en-ciel par le phénomène de réfraction. Elle demande ensuite aux élèves de quelle façon ils pourraient faire une musique qui représente le phénomène de l'arc-en-ciel. Elle observe la résolution de problèmes chez les élèves du sous-échantillon. Elle amène les élèves à faire le lien entre les sept notes de musique et les sept couleurs de l'arc-en-ciel. Elle présente différents instruments de musique en demandant aux élèves lesquels pourraient représenter la pluie qui tombe, l'orage, le beau temps, etc. Elle explique également quelques notions relatives au rythme en modélisant, par exemple, la pluie qui tombe vite (p. ex., rythme rapide et saccadé).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

¹⁶ La moitié du groupe est en jeu libre sous la supervision de l'enseignante.

	<p>Étape 7 (10 min) : L'étudiante-chercheuse sépare la classe en deux et demande aux élèves de préparer une musique qui représente la formation de l'arc-en-ciel en utilisant les instruments de musique et en inventant des paroles sur un air connu. Les équipes se pratiquent. L'étudiante-chercheuse circule et donne des rétroactions aux élèves. Elle remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon.</p> <p><i>Difficultés anticipées :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Difficulté à trouver des idées pour inventer la musique. L'étudiante-chercheuse pose différentes questions aux élèves pour susciter une inspiration (p. ex., qu'est-ce qui forme l'arc-en-ciel? Quel instrument pourrait te servir à faire le bruit de la pluie?). • Difficulté à se répartir les instruments de musique dans l'équipe. L'étudiante-chercheuse propose de faire un tirage au sort pour l'attribution des instruments. <p>Étape 8 (5 min) : Les deux sous-groupes présentent leur musique ou chanson à l'autre groupe. L'étudiante-chercheuse questionne les élèves afin qu'ils expliquent leur musique en faisant le lien avec la formation de l'arc-en-ciel. L'étudiante-chercheuse remplit la grille d'observation pour les six élèves du sous-échantillon.</p>	
Clôture (3 min)	Synthèse	L'étudiante-chercheuse demande aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont appris sur les arcs-en-ciel en revenant aux hypothèses initiales notées au TNI. Elle amène les élèves à relever certaines caractéristiques observées de l'arc-en-ciel : formation, couleur, forme, etc.
Formule utilisée : discussion dirigée		
Matériel utilisé : TNI	Ouverture	L'étudiante-chercheuse propose aux élèves d'observer le prochain arc-en-ciel qui apparaîtra dans le ciel et de vérifier si les caractéristiques présentées sont bien réelles.