

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'INTÉGRATION DU *TINKERING* À L'ÉCOLE SECONDAIRE LORS DU
COURS DE SCIENCES ET TECHNOLOGIE AINSI QUE SES EFFETS SUR
L'INTÉRÊT ET L'APPRENTISSAGE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR

CAROLINE MASSÉ

JANVIER 2020

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.10-2015). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

*À René et Ghislaine,
qui m'ont appris
à surmonter les
épreuves de la vie!*

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Patrice Potvin, mon directeur de recherche. Ton soutien, ta rigueur, ton écoute et ta patience ont grandement aidé à la réalisation de ce projet et j'en suis profondément reconnaissante.

Merci à mes collègues du département de sciences de la PDM pour les discussions enrichissantes, vos conseils, vos encouragements et votre soutien moral lors de cette période de conciliation études-travail.

Je tiens aussi à remercier les enseignants et les élèves qui ont gentiment accepté de participer à l'étude. Sans vous, ce projet n'aurait pu se réaliser.

Je remercie mes anciens enseignants et professeurs qui m'ont transmis leur passion pour cette profession et qui ont contribué de près ou de loin à ce projet de recherche.

Merci à mes amis, qui m'ont écoutée, questionnée et encouragée tout au long de ce parcours.

Enfin, cet aboutissement, je le dois également à ma famille. Papa, maman, Véro et Josh, merci pour votre présence, vos encouragements et votre soutien durant mes études, j'en suis extrêmement reconnaissante.

— Merci —

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	x
RÉSUMÉ.....	xi
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE	4
1.1 L'intérêt pour les sciences et la technologie.....	4
1.2 Le <i>tinkering</i> , une méthode d'enseignement-apprentissage.....	7
1.2.1 Qu'est-ce que le <i>tinkering</i> ?	8
1.2.2 Les théories pédagogiques impliquées dans le <i>tinkering</i>	8
1.2.3 Les articles scientifiques favorisant l'utilisation du <i>tinkering</i>	9
1.2.4 Les liens entre le Programme de ST et le <i>tinkering</i>	11
1.3 L'utilisation du <i>tinkering</i> dans les milieux et son effet	12
1.3.1 L'apport dans les musées de sciences.....	13
1.3.2 L'apport dans les bibliothèques	14
1.3.3 L'apport dans les activités parascolaires.....	15
1.3.4 Le <i>tinkering</i> et l'école	15
1.4 Les réticences possibles des enseignants envers le <i>tinkering</i>	19
1.4.1 Budget et ressources matérielles associés au <i>tinkering</i>	19
1.4.2 Ressources humaines engagées dans les activités de <i>tinkering</i>	19
1.4.3 Informations et formation quant à l'implantation du <i>tinkering</i> en classe	20
1.4.4 Temps requis pour une activité de <i>tinkering</i>	20
1.5 Les apprentissages réalisés en <i>tinkering</i>	21
1.6 Résumé du chapitre et présentation des questions de recherche	22
1.7 Pertinence scientifique et sociale.....	23

CHAPITRE 2 CADRE THÉORIQUE.....	25
2.1 Le <i>tinkering</i>	25
2.1.1 Le concept de <i>tinkering</i> et son évolution dans le temps.....	26
2.1.2 Liens et distinctions entre les concepts apparentés au <i>tinkering</i>	30
2.1.3 La définition retenue	33
2.1.4 Les apprentissages perçus par les élèves.....	33
2.1.5 Les perceptions et les réticences actuelles des enseignants envers les activités de <i>tinkering</i>	35
2.2 L'intérêt	36
2.2.1 Le concept d'intérêt.....	37
2.2.2 L'intérêt situationnel	39
2.2.3 La mesure de l'intérêt situationnel.....	40
2.2.4 Les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel des élèves du secondaire.....	41
2.3 Les connaissances actuelles concernant le lien entre le <i>tinkering</i> et l'intérêt...	42
2.4 Les objectifs spécifiques de notre recherche	48
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE	49
3.1 L'approche de recherche.....	49
3.2 Participants	50
3.3 Les outils de collecte de donnée	51
3.3.1 Le questionnaire d'intérêt situationnel.....	51
3.3.2 L'entrevue semi-dirigée	53
3.3.3 L'observation	54
3.4 Les méthodes d'analyse envisagées.....	56
3.4.1 Les données quantitatives.....	57
3.4.2 Les données qualitatives.....	57
3.5 Considérations éthiques.....	58
CHAPITRE 4 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS	59
4.1 Portrait des activités de <i>tinkering</i> réalisées.....	59
4.2 Les résultats et interprétations relatifs à la question de recherche : Quel est le niveau d'intérêt que génère une activité de <i>tinkering</i> auprès d'élèves du secondaire durant un cours de sciences et technologie?	61
4.2.1 Les résultats quantitatifs de l'intérêt	62

4.2.2	Les résultats qualitatifs de l'intérêt	63
4.2.3	L'interprétation des résultats quantitatifs et qualitatifs de l'intérêt.....	64
4.3	Les résultats et interprétations relatifs à la question de recherche : Quels sont les apprentissages (concepts scientifiques et technologiques ainsi que compétences) perçus lors d'une activité de <i>tinkering</i> durant un cours de sciences et technologie?.....	65
4.3.1	Les résultats quantitatifs de la perception d'apprentissage	65
4.3.2	Les résultats qualitatifs de la perception d'apprentissage	67
4.3.3	L'interprétation des résultats quantitatifs et qualitatifs de la perception d'apprentissage	69
4.4	Les résultats et l'interprétation relatifs à la question de recherche : Quelles sont les perceptions et les réticences des enseignants de sciences et technologie quant à l'utilisation du <i>tinkering</i> en classe?.....	71
4.4.1	Les résultats qualitatifs des perceptions et réticences des enseignants quant à l'utilisation du <i>tinkering</i> en classe.....	71
4.4.2	L'interprétation des résultats concernant les perceptions et réticences des enseignants quant à l'utilisation du <i>tinkering</i> en classe.....	73
CHAPITRE 5 DISCUSSION.....		75
5.1	Synthèse des résultats	75
5.1.1	Les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel des élèves.....	75
5.1.2	Les facteurs qui influencent la perception d'apprentissage des élèves ...	76
5.1.3	Le lien entre une activité amusante et la perception d'apprentissage des élèves.....	76
5.2	Les apports de la recherche.....	79
5.2.1	Les apports pour l'éducation	79
5.2.2	Les apports pour l'étude du <i>tinkering</i> en contexte formel	79
5.3	Les limites de la recherche	80
5.4	Les pistes de recherche à venir	81
CONCLUSION		84
APPENDICE A Lettre d'information et formulaire de consentement pour les enseignants		87
APPENDICE B Lettre d'information et formulaire de consentement pour les parents et enfants.....		92

APPENDICE C	Certificat d'approbation éthique	98
-------------	--	----

RÉFÉRENCES.....		100
-----------------	--	-----

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
2.1 Carte conceptuelle du <i>tinkering</i>	28
3.1 Questionnaire d'intérêt situationnel.....	53
4.1 Exemple d'une solution pour l'activité de <i>tinkering</i> 1	60
4.2 Exemple d'une solution pour l'activité de <i>tinkering</i> 2	60
4.3 Exemple d'une solution pour l'activité de <i>tinkering</i> 3	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1 Les quatre phases du développement de l'intérêt	39
2.2 Liens entre les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel et les caractéristiques du <i>tinkering</i>	44
3.1 Portrait des groupes d'élèves selon leur programme	51
3.2 Grille d'observation d'une activité de <i>tinkering</i>	55
4.1 Statistiques descriptives et test-t pour l'intérêt situationnel mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de <i>tinkering</i> et durant un cours normal	62
4.2 Statistiques descriptives et test-t pairé pour l'intérêt situationnel mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de <i>tinkering</i> et durant un cours normal	63
4.3 Statistiques descriptives et test-t pour la perception d'apprentissage mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de <i>tinkering</i> et durant un cours normal	66
4.4 Statistiques descriptives et test-t pairé pour la perception d'apprentissage mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de <i>tinkering</i> et durant un cours normal	67

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

I/M/A	Intérêt, motivation et attitude
M & T	Making et tinkering
PFÉQ	Programme de formation de l'école québécoise
ST	Sciences et technologie
STIM	Sciences, technologie, ingénierie et mathématiques
STEM	Science, technology, engineering, and mathematics

RÉSUMÉ

Au cours des dernières années, plusieurs recherches ont constaté que l'intérêt des élèves pour les sciences et la technologie déclinait pendant le parcours scolaire. L'une des interventions pédagogiques que les enseignants peuvent utiliser pour favoriser l'intérêt est de faire vivre aux élèves des démarches d'investigation ou de résolution de problème ainsi que des interventions de type *hands-on*. Le *tinkering*, une approche pédagogique émergente incorporant certains éléments de ces démarches, pourrait favoriser l'intérêt des élèves. Cette recherche visait d'abord à identifier l'intérêt situationnel des élèves du secondaire lors d'une activité de *tinkering* en classe de ST, puis de décrire les apprentissages réalisés lors de celle-ci. Elle visait également à documenter les perceptions et les réticences des enseignants à l'égard de l'utilisation du *tinkering* en classe de ST. Une méthodologie mixte combinant la complétion d'un questionnaire par 19 groupes d'élèves du secondaire avec la conduite de six courts entretiens avec leurs enseignants a permis d'obtenir des réponses. Les résultats indiquent que les élèves avaient un intérêt situationnel plus élevé lors d'une activité de *tinkering* que lors d'un cours habituel en ST. En ce qui concerne les apprentissages, les élèves ont eu l'impression de moins apprendre lors de l'activité de *tinkering* que lors du cours habituel. Par contre, ils ont réalisé plusieurs apprentissages. La majorité d'entre eux étaient de l'ordre des habiletés, capacités, compétences et attitudes, mais il a eu également des apprentissages au niveau de certains concepts théoriques de ST, notamment le frottement, la gravité, l'énergie et les machines simples. Finalement, les enseignants participants ont apprécié l'activité de *tinkering* et étaient en accord avec son utilisation en classe, mais certains d'entre eux l'utiliseraient seulement si cette activité était contextualisée. Les enseignants avaient aussi quelques craintes quant à la réalisation du *tinkering* en classe. Celles-ci étaient de l'ordre de la gestion de classe, du temps alloué à ce type d'activité ainsi que de la sécurité des élèves.

Mots clés : intérêt situationnel; apprentissage, *tinkering*, didactique des sciences, enseignement secondaire.

INTRODUCTION

Au cours des dernières années, plusieurs études au Canada et ailleurs dans le monde ont démontré qu'il y avait une baisse d'intérêt chez les élèves à l'égard des sciences et de la technologie [ST] ainsi que dans les choix de carrière dans ce domaine. Les enjeux qui découlent de ce problème sont considérables et préoccupent autant les chercheurs que les praticiens. Les facteurs à l'origine de cette baisse d'intérêt ainsi que les moyens de le relever méritent que l'on s'y attarde dans les recherches en éducation. Parmi ces facteurs, certaines interventions pédagogiques ou démarches d'enseignement-apprentissages ont été reconnues par des études en éducation comme étant susceptibles de générer l'intérêt des élèves. L'une des interventions pédagogiques que les enseignants peuvent utiliser pour favoriser l'intérêt est de faire vivre aux élèves des démarches d'investigation ou de résolution de problème ainsi que des interventions de type *hands-on*. Le *tinkering*, une approche pédagogique émergente incorporant certains éléments de ces démarches pourrait favoriser l'intérêt des élèves.

La recherche proposée ici cherche conséquemment à explorer l'intérêt situationnel des élèves lors d'une activité de *tinkering* ainsi que les apprentissages qui peuvent être effectués lors de celle-ci. Il s'agit également de documenter les perceptions et les réticences des enseignants à l'égard de l'utilisation de ce type d'activité en classe de ST. Pour ce faire, une méthodologie mixte combinant la passation d'un questionnaire et de courtes entrevues a été employée.

Le premier chapitre précise la problématique de recherche. Il traite d'abord du déclin de l'intérêt des élèves envers les ST durant leur parcours scolaire. Il s'attarde ensuite aux interventions pédagogiques qui ont un effet positif sur ce dernier. Puis, il établit la nécessité de considérer le *tinkering*, une approche pédagogique, comme intervention pouvant rehausser l'intérêt des élèves. Le chapitre se conclut par la présentation des questions de recherche et d'une synthèse de la pertinence scientifique et sociale du projet.

Le deuxième chapitre présente les concepts-clés, autour desquels le projet s'articule, soit le *tinkering* et l'intérêt. Il présente ensuite les différents facteurs qui influencent l'intérêt situationnel des élèves du secondaire. Ceux-ci sont discutés en lien avec les activités de *tinkering*. La présentation des objectifs spécifiques de recherche conclut le chapitre.

Le troisième chapitre présente les choix méthodologiques effectués. Il explique d'abord le choix d'une méthodologie exploratoire et mixte. Puis, il décrit l'échantillonnage, de même que les moyens de collecte et d'analyse de données utilisés pour ce projet. Le chapitre se termine par une discussion des considérations éthiques et déontologiques liées à la recherche.

Le quatrième chapitre présente les résultats liés à l'analyse des données quantitatives et qualitatives recueillies ainsi que l'interprétation de ceux-ci.

Le cinquième et dernier chapitre met en valeur des éléments essentiels de discussion au regard des résultats de la recherche. Les limites de la recherche ainsi qu'une réflexion quant aux perspectives de recherche à envisager sont également présentées. Cette section est suivie de la conclusion qui présente une synthèse de la recherche.

En appendice, on retrouve une copie du formulaire d'information et de consentement remis aux participants ainsi que le certificat d'approbation éthique pour le projet.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE

Ce chapitre pose la problématique de recherche en présentant d'abord la baisse de l'intérêt des élèves envers les ST et l'importance de ce domaine, tant au niveau des connaissances que des compétences, dans un avenir rapproché. Il présente ensuite les interventions pédagogiques qui sont susceptibles de générer l'intérêt des élèves pour les ST. Puis, il établit la nécessité de considérer le *tinkering*, une approche pédagogique, comme intervention pouvant rehausser l'intérêt des élèves tout en posant le problème du manque de connaissances disponibles au sujet de ce dernier en contexte d'éducation formelle. Le chapitre se conclut par la présentation des questions de recherche et d'une synthèse de la pertinence scientifique et sociale du projet.

1.1 L'intérêt pour les sciences et la technologie

À une époque où les découvertes scientifiques et technologiques avancent à grands pas et où le développement économique s'appuie sur les percées dans ce domaine, l'intérêt accordé aux sciences et technologies devient une préoccupation importante. En effet, tous les citoyens devraient avoir des connaissances en STIM (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques) afin de faire des choix éclairés sur le plan individuel que collectif (Conseil de la Science et la Technologie, 2002). De plus,

plusieurs emplois nécessiteront des connaissances dans ce domaine (Amgen Canada et Parlons sciences, 2012), non seulement pour contribuer à la prospérité économique et à l'innovation au pays, mais également pour aider à relever les défis environnementaux et sociaux tels que les changements climatiques, la pollution de l'air et de l'eau, l'utilisation abondante de combustibles fossiles, les maladies infectieuses émergentes, etc. (Conseil des sciences de la technologie et de l'innovation, 2012) Le développement de l'intérêt et d'une culture scientifique et technologique chez les jeunes devient aussi un facteur important pour les attirer vers des carrières dans ce domaine afin d'assurer une relève qualifiée, mais surtout pour former de futurs citoyens engagés (Gouvernement du Québec, 2006). Le développement de cette culture et l'intérêt envers les ST est d'ailleurs un des rôles importants de l'école. Comme le mentionne le Programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ) :

Il importe en effet d'amener les élèves à enrichir graduellement cette culture, de leur faire prendre conscience du rôle qu'elle joue dans leur capacité de prendre des décisions éclairées et de leur faire découvrir le plaisir que l'on peut retirer de la science et de la technologie. p.3 (Gouvernement du Québec, 2006).

Or, depuis quelques années, plusieurs recherches ont démontré que l'intérêt des élèves pour les sciences et la technologie stagnait ou même diminuait un peu partout dans le monde. Malgré le fait qu'une majorité des élèves considèrent que les ST sont importantes pour comprendre le monde dans lequel ils vivent, plusieurs considèrent qu'elles ne sont pas pertinentes pour eux (Hasni et Potvin, 2015a). Aussi, la baisse d'intérêt est plus importante lorsque les élèves progressent dans leur cheminement scolaire (Osborne *et al.*, 2003; Potvin et Hasni, 2014a; Venturini, 2004).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette variation de l'intérêt envers les ST. Certains sont externes au milieu scolaire et d'autres sont internes. Dans les facteurs externes, il

y a notamment le milieu socio-économique de l'élève, les attentes et le soutien des parents, la représentation que se font les élèves des scientifiques et l'attitude des pairs et amis envers les ST. Dans les facteurs internes, on retrouve les cheminements scolaires en ST jugés trop longs, les approches pédagogiques ou les méthodes d'enseignements inadaptées, le manque de participation des élèves et le peu d'expérimentations que les élèves vivent durant les cours de ST (Belletête, 2015). Bien que les facteurs externes puissent avoir une influence importante sur l'intérêt ou le désintérêt des jeunes, l'école demeure l'environnement privilégié pour intervenir à cet égard. En effet, certaines interventions pédagogiques ou démarches d'enseignement-apprentissages dans les cours de ST seraient des éléments à considérer pour favoriser l'intérêt des élèves. Une récente analyse de 228 articles scientifiques publiés à l'échelle internationale sur la question de l'I/M/A [intérêt, motivation et attitude] que les jeunes, du préscolaire jusqu'à la fin du secondaire, éprouvent envers les ST a permis d'identifier quatre catégories d'interventions pédagogiques ou de démarches d'enseignement-apprentissage ayant des effets positifs sur l'I/M/A (Potvin et Hasni, 2014b);

1. Les démarches d'investigation ou de résolution de problème ainsi que les interventions de type *hands-on*
2. L'utilisation des technologies de l'information et des communications (TIC)
3. Les démarches collaboratives ou de coopération
4. Les démarches de contextualisation

Les enseignants de ST peuvent recourir à ces diverses démarches durant leurs cours. Dans le cadre de ce mémoire, une approche pédagogique émergente incorporant certains éléments de ces démarches, le *tinkering*, fera l'objet d'une étude plus approfondie puisque son utilisation en classe semble pertinente pour plusieurs raisons qui seront abordées dans la prochaine section.

1.2 Le *tinkering*, une méthode d'enseignement-apprentissage

Le *tinkering* est très similaire aux approches d'enseignement-apprentissage ouvertes telles que l'apprentissage par problème et l'apprentissage collaboratif puisque l'apprentissage est organisé autour d'une résolution de problème signifiante qui offre également un éventail de possibilité quant à la solution au problème ou au défi proposé. Une étude réalisée par Akinbobola (2009) démontre que les différentes manières de mettre les élèves en relations les uns avec les autres en classe n'ont pas toutes le même impact sur l'intérêt pour les sciences et la technologie. En effet, ce chercheur a découvert que l'apprentissage collaboratif avait un effet positif plus important sur l'intérêt que la compétition, ou même l'apprentissage individuel ordinaire. De plus, l'apprentissage par problème, au même titre que l'apprentissage collaboratif, est considéré comme une approche pouvant avoir des effets positifs sur l'intérêt (Potvin et Hasni, 2013).

Bien que le *tinkering* n'implique pas toujours la collaboration ou le travail d'équipe, il aurait probablement un effet positif sur l'intérêt des élèves pour les ST puisqu'il présente des similarités avec ces deux approches. De plus, le *tinkering* qui, par définition, exige la mobilisation d'approches créatives pour résoudre des problèmes, semble une approche intéressante à explorer dans ce monde en continuel changement puisque certaines situations ou certains problèmes imprévus nécessiteront des solutions innovatrices. « Les emplois futurs n'ont pas besoin de scientifiques qui connaissant le tableau périodique par cœur. Les dirigeants d'entreprises recherchent des personnes créatives et capables de résoudre des problèmes dans différentes sphères d'activités [...] » (Martinez et Stager, 2013)¹.

¹ Traduction libre de: [...] the jobs of the future do not need scientists who have memorized the periodic table. In fact, business leaders say they are looking for creative, independent problem solvers in every field [...]

1.2.1 Qu'est-ce que le *tinkering* ?

Plusieurs définitions sont associées au *tinkering*, mais elles manquent souvent de clarté et de précision. Le *tinkering* est un travail à la fois manuel et mental qui permet de résoudre un problème ou un défi de façon créative par l'expérimentation et la découverte. Il n'y a pas d'étapes à suivre pour arriver à un résultat attendu; la solution finale est initialement inconnue, généralement assez complexe et elle émerge progressivement lors de la résolution. Fait intéressant : selon Petrich, Wilkinson et Bevan (2013), les moments les plus enrichissants dans le processus de *tinkering* sont parfois les frustrations qu'éprouvent les individus lorsqu'ils se retrouvent face à une embûche. Lorsque ces frustrations provoquent finalement l'émergence de nouvelles idées, elles apportent une meilleure compréhension du problème et permettent de mieux favoriser les apprentissages. Transporter un poids d'un côté à l'autre d'un bassin d'eau, créer une réaction en chaîne, protéger un objet lâché du haut d'une tour de largage, ou encore créer une structure lumineuse pour éclairer une chambre noire seraient des exemples emblématiques d'activités de *tinkering*.

Le choix d'utiliser cette méthode d'enseignement-apprentissage pour favoriser l'intérêt des élèves s'appuie sur les théories pédagogiques, les articles scientifiques et le *Programme de formation de l'école québécoise* en ST.

1.2.2 Les théories pédagogiques impliquées dans le *tinkering*

La majorité des écrits sur le *tinkering* soulignent que cette démarche s'inscrit dans la théorie pédagogique du constructionnisme de Papert (Blikstein ; Halverson et Sheridan, 2014; Petrich *et al.*, 2013; Vossoughi *et al.*, 2013). Selon cette théorie, l'apprenant construit ses connaissances à travers une activité stimulante qui implique, entre autres, la manipulation d'objets (Harel et Papert, 1991). Quelques autres articles

soulignent que le *tinkering* reflète les modalités pratiques, physiques et ludiques des théories d'auteurs tels que Dewey, Montessori et Piaget (Bevan *et al.*, 2015; Martin, 2015b). Si les apprenants construisent leurs connaissances à partir d'expériences qui les rejoignent, il y a vraisemblablement plus de chance qu'ils développent une attitude positive envers ces connaissances. Dans *To understand is to invent: the future of education*, Piaget énonce : « Les étudiants étant réputés pauvres en mathématiques montrent une attitude tout à fait différente lorsque le problème vient d'une situation concrète et qui est liée à d'autres intérêts » (Piaget, 1973)². Le constructionnisme ne s'inscrit pas en contradiction avec le constructivisme véhiculé notamment dans le *Programme de formation de l'école québécoise*, qui a d'ailleurs été influencé par cette théorie.

1.2.3 Les articles scientifiques favorisant l'utilisation du *tinkering*

Les résultats de plusieurs articles scientifiques portant sur l'apprentissage en *tinkering* soutiennent en effet que cette méthode est bénéfique pour l'intérêt et l'engagement des élèves. Par exemple, les codirecteurs du *Tinkering Studio* à l'*Exploratorium* de San Francisco ont remarqué que : « lorsque les individus sont engagés dans les activités de *tinkering*, conçues pour générer l'engagement, l'intention, l'innovation et la solidarité, ils s'inscrivent sur une trajectoire d'apprentissage qui correspond à leurs intérêts et capacités ». D'autres articles soulignent que le *tinkering* permet de développer l'engagement et l'intérêt dans les STIM en particulier :

Les activités de *tinkering* offrent une occasion unique d'engager les apprenants dans un processus qui favorisera l'envie de poursuivre et

² Traduction libre de: Students who are thus reputedly poor in mathematics show an entirely different attitude when the problem comes from a concrete situation and is related to other interests.

maîtriser les concepts issus des STIM. (Petrich *et al.*, 2013)³; Le *tinkering* a récemment été perçu par les éducateurs comme étant une activité intellectuelle riche, et comme un outil pour augmenter l'engagement dans plusieurs disciplines, y compris les STIM, l'alphabétisation et les arts (Vossoughi *et al.*, 2013)⁴; les activités de *tinkering* non seulement aident les élèves à apprendre des concepts scientifiques, mais aussi les aident à s'engager dans les pratiques de la science et du génie (Bevan *et al.*, 2014).⁵

En effet, les activités de *tinkering* permettent aux apprenants de s'engager dans des expériences créatives et stimulantes. Comme le mentionne Lee Martin dans *The Promise of the Maker Movement for Education*: « Voir la jeunesse engagée activement dans la conception, la construction, et le *tinkering* apporte de l'espoir à ceux qui craignent que les jeunes d'aujourd'hui soient désengagés de l'ingénierie et de la conception » (Martin, 2015b)⁶. Dans le même ordre d'idées, une étude a exploré l'approche du *making/tinkering* dans le contexte de l'éducation formelle, avec des élèves de 8 à 11 ans afin de vérifier les effets de cette approche sur la motivation, l'intérêt et l'engagement. Cette étude a démontré un effet positif des activités de *making/tinkering* sur l'intérêt, la motivation et même le sentiment d'auto-efficacité des élèves (Chu *et al.*, 2015).

³ Traduction libre de: Tinkering activities provide a unique opportunity to engage learners in the processes of developing a purpose, pursuing and mastering the STEM concepts [...]

⁴ Traduction libre de: Tinkering and making have recently been taken up by educators as potentially rich intellectual activities, and as tools for broadening engagement in a variety of disciplines, including STEM (science, technology, engineering and math), literacy and the arts.

⁵ Traduction libre de : [...] maker activities not only help students develop deep, firsthand learning about scientific concepts, but also engage them in the practices of science and engineering.

⁶ Traduction libre de : The sight of youth actively engaged in designing, tinkering, and building brings hope to those who worry that today's youth are disengaged from engineering and design.

1.2.4 Les liens entre le Programme de ST et le *tinkering*

Dans les activités de *tinkering*, la solution finale importe moins que le processus ayant permis d'arriver à cette situation. De plus, même si les apprenants ont réussi le défi qui leur était proposé, les éducateurs vont souvent aussi les inscrire dans une réflexion continue portant sur les améliorations possibles qu'ils pourraient effectuer ou sur d'autres pistes de solutions qui auraient pu être envisagées pour tel ou tel problème. C'est pourquoi les erreurs sont des moments essentiels dans les activités de *tinkering* puisqu'elles permettent de nourrir la créativité et faire émerger des nouvelles idées. Dans son article, Lee Martin donne aussi les raisons pour lesquelles le *tinkering* est une activité d'apprentissage qui présente selon lui un potentiel « immense ». Il cite Kapur (2008) en disant que « les échecs, petits et grands, peuvent entraîner l'apprentissage, puisque les gens sont alors sortis de leur routine et plongés dans un mode de réflexion qui les prépare à en apprendre davantage »⁷ (Martin, 2015b). Ce contexte rejoint bien la *compétence 1* du *Programme de formation de l'école québécoise* en ST. « Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ». On y mentionne que « le résultat final d'une expérience ou d'une conception révèle parfois certaines difficultés qui amènent de nouveaux problèmes. Ainsi, les acquis sont toujours considérés comme provisoires et s'inscrivent dans un processus continu de recherche et d'élaboration de nouveaux savoirs » p.275 (Gouvernement du Québec, 2006). Le *tinkering* permet également le développement de compétences transversales. En effet, par les activités proposées, l'élève devra *Résoudre un problème* (Compétence transversale numéro 2). Il devra « choisir une piste de solution, la mettre en pratique et juger de son efficacité » et « au besoin, en mettre une autre à l'essai » tout en *mettant en œuvre sa pensée créatrice*. Au cours de ce processus, l'élève « [mettra] à l'essai différentes façons de faire » et

⁷ Traduction libre de : Failures, small and large, can drive learning, as they bump people out of routines and into a reflective mode that can prepare them to learn more.

« [exploitera] de nouvelles idées » p.39 (Gouvernement du Québec, 2006). Aussi, le *tinkering* permet de développer des compétences de collaboration, de travail collectif, de partage d'outils et des idées, d'aide aux autres et d'acceptation de la diversité intellectuelle (Blikstein ; Chávez et Soep, 2005; Gutwill *et al.*, 2014; Vossoughi *et al.*, 2013). Le *tinkering* rejoint donc la compétence transversale *Coopérer* puisque les élèves auront l'occasion d'« apprécier les retombées du travail coopératif sur [eux] ou sur les autres » p.51 (Gouvernement du Québec, 2006).

1.3 L'utilisation du *tinkering* dans les milieux et son effet

Le *tinkering* se retrouve particulièrement dans les milieux d'apprentissage informel tels que les musées, les activités parascolaires, les camps d'été, les bibliothèques et les centres communautaires. Ces milieux ont souvent su piloter des activités de *tinkering* et ont constaté des effets positifs vis-à-vis des participants. Voici donc un aperçu de l'apport du *tinkering* dans chaque milieu.

En 2000, *the National Science Foundation* et le *MIT Media Lab* ont mis sur pied le programme PIE (*Playful Invention Exploration*). Ce programme soutenait des musées afin d'expérimenter des moyens efficaces pour initier des enfants à la technologie. Dans une des activités du programme, on utilisait des ordinateurs connectés à des moteurs et des capteurs. L'activité appelée *Crickets* a démontré qu'elle pouvait générer l'intérêt des apprenants et soutenir leur créativité et leur sens de la prise de risques. Plus d'une dizaine d'activités différentes furent développées par ce programme. C'est entre autres ce qui inspira la création du *Tinkering Studio*, une exposition permanente située dans le musée de science, *The Exploratorium*, à San Francisco (MIT Media Laboratory, 2000; Petrich *et al.*, 2013). Cette exposition axée sur la curiosité implique la participation des visiteurs dans une activité collaborative.

Les individus se familiarisent avec des phénomènes scientifiques en créant et construisant des objets.

En 2005, Dale Dougherty fonda le *Make Magazine*. Dougherty considère que « tout le monde » est un *maker* puisqu'on adapte couramment la technologie à nos besoins, on l'intègre dans nos vies. Il a insufflé la mentalité du *do it yourself* (DIY) à la technologie de tous les jours. En 2006, il fonda *Maker Faire* (des événements populaires qui se tiennent partout dans le monde et qui attirent des milliers de visiteurs) et ce fut le début du *Maker Movement*. L'esprit de ce mouvement s'est imprégné dans plusieurs sphères et plusieurs *makerspaces* et *fab labs* ont vu le jour (Branwyn, 2015). Les *makerspaces* sont des sites informels pour la production créative de l'art, la science, et l'ingénierie, où les gens de tous âges se mélangent afin d'explorer des idées, acquérir des compétences techniques et créer de nouveaux produits (Sheridan *et al.*, 2014). Les *fab labs* sont des ateliers publics où plusieurs machines pilotées par ordinateur sont à la disposition des individus pour la conception et la réalisation d'objets. Le but de ces ateliers est de rendre la technologie accessible à tous et de permettre l'avancement dans l'innovation, l'apprentissage continu et l'engagement culturel et citoyen.

1.3.1 L'apport dans les musées de sciences

Les musées de sciences ont comme mission de susciter l'intérêt, transmettre des connaissances, offrir un lieu accessible à toute la collectivité qui permet les échanges ainsi qu'une meilleure compréhension des savoirs et des enjeux scientifiques. Il s'agit d'un endroit à la fois éducatif et récréatif. De nos jours, les musées tendent à concevoir des expositions ouvertes qui engagent les visiteurs. Les expositions se veulent davantage interactives. Les musées tentent d'ailleurs de se détacher du modèle passif où les informations figurent sur des panneaux explicatifs. Ils ont

commencé à intégrer la philosophie du *Maker Movement* afin de placer les visiteurs dans l'action et leur permettre d'enrichir leurs connaissances. Deux études réalisées sur des expositions ouvertes en contexte muséal ont constaté que les visiteurs démontraient davantage d'engagement. En effet, au *Lawrence Hall of Science*, les visiteurs ont démontré davantage d'implication dans leur apprentissage des pratiques de l'ingénierie (Wang *et al.*, 2013) et à l'*Exploratorium*, dans le *Tinkering Studio* où des recherches ont été menées, on remarque que les individus ont été clairement et activement engagés dans l'activité et ont réalisé des apprentissages considérables (Gutwill *et al.*, 2015).

1.3.2 L'apport dans les bibliothèques

Les bibliothèques publiques jouent depuis longtemps le rôle de promouvoir la transmission des idées, d'encourager la formation de citoyens bien renseignés ainsi que d'enrichir la vie culturelle et intellectuelle des résidents de la municipalité où on les trouve. Avec l'évolution des technologies et la popularité du DIY, les espaces tendent à se modifier pour mettre l'accent sur les STIM; c'est pourquoi les *makerspaces* ont commencé à apparaître dans les bibliothèques. Le *Maker Movement* poursuit la mission et la vision de ces endroits publics tout en les enrichissant puisque les individus peuvent y créer, collaborer, partager des ressources et des connaissances. Une étude réalisée sur l'implantation de *makerspaces* dans les bibliothèques en Australie a démontré que de tels espaces pouvaient avoir des effets bénéfiques sur la communauté. En effet, cela permettait une éducation et une accessibilité à tous à de nouvelles technologies, cela créait de nouvelles occasions d'apprentissage et permettait de favoriser l'engagement communautaire (Slatter et Howard, 2013).

1.3.3 L'apport dans les activités parascolaires

Les programmes d'activités parascolaires ou *after-school* existent depuis un bon moment. Ils permettent d'enrichir les apprentissages tout en complétant ceux qui sont programmés à l'école. Ces activités parascolaires répondent à plusieurs objectifs, dont celui de soutenir l'apprentissage et d'augmenter la réussite scolaire; offrir du mentorat par des adultes pour soutenir un développement psychosocial sain; renforcer les concepts et les compétences enseignées tôt dans la journée avec des activités pratiques; procurer un enrichissement social et intellectuel comme la musique, la danse, les arts ainsi qu'inculquer un plus large ensemble de valeurs auprès des jeunes (Baker, 2013). Il n'est pas déraisonnable de croire que l'enthousiasme que suscitent actuellement le *Maker Movement* et ses effets sur les initiatives socioculturelles a incité les instances non-formelles et parascolaires à l'utiliser. Ainsi, dans une étude sur le *tinkering* en contexte parascolaire, les chercheurs et éducateurs ont spéculé qu'un tel environnement contribuerait à l'élargissement de l'apprentissage, au développement de l'intelligence et à la culture scientifique. Cet environnement pourrait aussi créer des ouvertures pour les jeunes qui ne sont pas en position de succès selon les mesures caractérisées par l'apprentissage à l'école (Vossoughi *et al.*, 2013). Par contre, aucune étude n'a pour l'instant démontré (à notre connaissance) concrètement les effets positifs du *tinkering* en contexte parascolaire sur les apprentissages.

1.3.4 Le *tinkering* et l'école

Cependant, bien que le *Maker Movement* ait pris de l'ampleur depuis les dix dernières années, le *tinkering* ne semble pas avoir réussi à séduire les écoles, puisqu'encore aujourd'hui, il en est encore à peu près absent. De plus, une revue de la littérature menée par Perez, Rosenblum et Richardson concernant le *making* et le *tinkering* (que

nous désignerons désormais par M & T) comme outil éducatif souligne qu'il n'y a aucune étude apparente qui a été menée sur la fusion des techniques formelles et le M & T (2017). Avec tout le potentiel qu'on lui accorde, il apparaît ici nécessaire de se mettre à la recherche des raisons pour lesquelles le *tinkering* est peu utilisé dans les contextes d'éducation formelle.

Dans un article intitulé *The maker mindset*, Dougherty indique que « le plus gros défi et la plus grande opportunité du *Maker Movement* c'est de transformer [le système] l'éducation » (2013)⁸. Pour arriver à intégrer le *tinkering* dans les écoles, cela implique de toute évidence d'amener non seulement le concept mais aussi la philosophie que l'on trouve derrière. Or, à l'école, on favorise souvent les activités bien structurées qui mènent les apprenants à des réponses uniques. Cependant, dans l'esprit du *tinkering*, l'approche est volontairement désordonnée, la créativité et l'expérimentation sous forme d'essais et erreurs permettent d'arriver à un résultat qui répond à l'énoncé du problème, mais qui n'a pas été fixé d'avance. Lorsque les apprenants font du *tinkering*, ils ne sentent pas nécessairement qu'ils doivent se mettre à la recherche de la meilleure réponse possible, ou de la réponse particulière que l'éducateur attend.

On peut faire l'hypothèse que c'est au sein de cette différence fondamentale que *tinkering* et école s'opposent, et rendent difficile, voire impossible, l'intégration de la première dans la seconde. . . Or, faire vivre le *tinkering* à l'école permettrait peut-être de désamorcer ce désir « obsessionnel » (Potvin, 2004) pour la bonne réponse et accorder davantage d'importance aux apprentissages réalisés. Comme le mentionnent Martinez et Stager dans le livre *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*:

⁸ Traduction libre de : The biggest challenge and the biggest opportunity for the Maker Movement is to transform education.

Lorsque nous permettons aux enfants d'expérimenter, de prendre des risques, et de jouer avec leurs propres idées, nous leur donnons la permission de se faire confiance. Ils commencent à se percevoir comme des apprenants qui ont de bonnes idées et peuvent transformer leurs idées en réalité. Lorsque nous reconnaissons qu'il peut y avoir plusieurs bonnes réponses à une question, nous donnons aux enfants la permission de se sentir en sécurité alors qu'ils réfléchissent et résolvent le problème, et pas seulement quand ils répondent correctement. Lorsque nous honorons différents styles d'apprentissage, il devient acceptable de résoudre des problèmes sans crainte (p.36)⁹.

De plus, certains auteurs et éducateurs muséaux semblent s'opposer à l'importation du *tinkering* dans les écoles. Les raisons qu'ils évoquent renvoient à une crainte du non-respect de l'esprit de l'activité (Resnick et Rosenbaum, 2013), à une crainte du manque d'informations quant aux bonnes manières de la réaliser et quant à l'adaptation aux caractéristiques du milieu (Bevan *et al.*, 2015). Par contre, d'autres sont d'avis que l'intégration du *tinkering* en milieu scolaire présente le potentiel d'y injecter la créativité, l'amusement et l'ingénierie qui proviennent tout naturellement de ces activités de fabrication (Martin, 2015b). Dans un article, Dougherty propose que pour favoriser l'intégration du *tinkering* à l'école, il est nécessaire de

développer des contextes éducatifs qui sont liés à la pratique du *tinkering* et soutenir la découverte et l'exploration [...] en pratique, cela signifie d'élaborer des guides pour les enseignants; et de développer chez tous les élèves le sentiment de capacité, créativité et confiance (2013)¹⁰.

⁹ Traduction libre de: When we allow children to experiment, take risks, and play with their own ideas, we give them permission to trust themselves. They begin to see themselves as learners who have good ideas and can transform their own ideas into reality. When we acknowledge that there may be many right answers to a question, it gives children permission to feel safe while thinking and problem solving, not just when they answer correctly. When we honor different kinds of learning styles it becomes acceptable to solve problems without fear.

¹⁰ Traduction libre de: to develop educational contexts that link the practice of making to formal concepts and theory, to support discovery and exploration while introducing new tools for advanced design and new ways of thinking about making practically, this means developing guides for teachers [...]

Quelques écoles sont cependant parvenues à implanter le *tinkering* dans leur milieu et cela semble bien fonctionner. Une partie de leurs bibliothèques fut dans certains cas aménagée pour permettre la mise en oeuvre d'activités de *tinkering*. En effet, une école secondaire publique au New Jersey, *New Milford High School*, a transformé une partie de sa bibliothèque en atelier. Les programmes éducatifs ont été évalués afin de produire un cadre pour ces activités. Leur but était de créer un lieu qui allait inspirer les élèves à apprendre, créer et innover. Son implantation a été considérée comme un succès (Kurti *et al.*, 2014). Dans une école secondaire, *Monticello High School*, un atelier fut également établi dans la bibliothèque. Les élèves peuvent y mener des activités de *tinkering* avant et après l'école, durant les périodes libres et pendant l'heure du dîner. De plus, une école privée de Louisville au Kentucky, *Kentucky Country Day School* (KCD), a élaboré un programme basé sur l'apprentissage interdisciplinaire et par projet qui intègre l'art et le design dans les domaines traditionnels de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques. Son programme est supporté par le KCD *Fab Lab*, et les étudiants y jouent un rôle actif dans la conception et la création de projets en utilisant un large éventail d'outils. Une autre école privée aux États-Unis possède aussi un *fab lab*. Il s'agit de l'école catholique *Marymount School* à New-York. Cette école, réservée aux filles, développe les compétences de la pensée critique et de la résolution de problèmes. Ce *fab lab* fut créé dans le but d'encourager les élèves à prendre en charge leur apprentissage et de leur fournir un moyen d'exprimer leur créativité grâce à la technologie numérique (Dec, 2014). En 2015, La *Commission scolaire Marguerite-Bourgeoys*, dans la région de Montréal, a emboité le pas à ce genre de développement. Elle a déployé le projet-pilote, *Fab Lab CSMB*, pour l'éducation primaire et secondaire. Constituées de plusieurs machines-outils programmables tels que des imprimantes 3D et des fraiseuses à commande numérique, les unités *Fab Lab* sont installées dans les écoles, à l'exception d'une unité mobile pouvant se déplacer d'une école à l'autre.

1.4 Les réticences possibles des enseignants envers le *tinkering*

Si quelques écoles ont démontré que l'intégration du *tinkering* en classe était possible alors pourquoi trouve-t-on malgré tout si peu de *tinkering* en classe à ce jour? Une hypothèse serait à l'effet que les enseignants entretiendraient des perceptions négatives quant à son utilisation.

1.4.1 Budget et ressources matérielles associés au *tinkering*

En effet, plusieurs facteurs pourraient nourrir d'éventuelles perceptions négatives. Tout d'abord, mentionnons les considérations financières. Plusieurs enseignants entretiennent, à tort ou à raison, la perception que la création d'espaces pour piloter des activités de *tinkering* coûte cher puisque plusieurs d'entre eux croient que l'imprimante 3D et autres appareils technologiques sont essentiels pour réaliser ces activités en classe. Avec les réductions de financement de l'État dans les écoles publiques au Canada et aux États-Unis (Leachman *et al.*, 2016), les enseignants considèrent sans doute que les coûts associés au *tinkering* sont un obstacle majeur à sa mise en œuvre à l'école. Bien que la réalisation d'activités de *tinkering* en classe mobilise parfois des outils dont certains sont à la fine pointe de la technologie, à peu près n'importe quel matériel peut être utilisé (carton, coroplaste, objets réutilisés, etc.).

1.4.2 Ressources humaines engagées dans les activités de *tinkering*

Les activités de *tinkering* exigent un soutien particulier d'éducateurs qui accompagnent les individus dans leur démarche créative. Selon Olivier Grant, chef éducateur au Centre des sciences de Montréal, le ratio habituel pour une activité de *tinkering* en contexte muséal se situerait à environ un éducateur pour quinze individus

(2014). Dans un contexte scolaire, surtout lorsque les classes sont nombreuses, l'aide d'un technicien de laboratoire serait vraisemblablement utile pour offrir un meilleur soutien aux élèves. Cependant, le technicien de laboratoire existe seulement dans le système scolaire au Québec. Ailleurs au Canada et aux États-Unis, les enseignants ne bénéficient pas d'un soutien équivalent. Cet aspect peut ajouter un inconvénient à l'utilisation du *tinkering* en classe puisque certains enseignants trouveront plus difficile de superviser un groupe comportant plusieurs élèves et qui peut impliquer la manipulation de machines et d'outils tels que la perceuse à colonne, la ponceuse, le fer à souder, la scie à ruban, etc.

1.4.3 Informations et formation quant à l'implantation du *tinkering* en classe

D'autre part, il y a peu d'informations disponibles quant à l'intégration du *tinkering* en classe. Dans une étude qui documente les dimensions de l'apprentissage dans les programmes de *tinkering* conçus pour les visiteurs de musée, les chercheurs ont soulevé le fait que les enseignants auraient besoin de davantage d'informations et de formation pour adapter et implanter le *tinkering* en classe. Les enseignants ont mentionné que davantage de recherches sur le sujet seraient nécessaires (Bevan *et al.*, 2015).

1.4.4 Temps requis pour une activité de *tinkering*

Dans un autre ordre d'idées, certains enseignants peuvent éprouver des réticences quant à l'utilisation du *tinkering* en classe pour des raisons de temps. Parfois, ceux-ci sont accaparés par les opérations de planification et ne sont pas en mesure de consacrer davantage de temps à un projet lorsqu'ils ont un programme chargé en contenu à suivre (Oliver, 2016). Il n'est en effet pas facile de donner aux élèves la

liberté de produire des solutions créatives à des problèmes complexes en seulement 75 minutes. Cela implique donc la nécessité d'y consacrer plus d'un cours. Les enseignants y voient donc peut-être une utilisation non-optimale du temps, d'autant plus que les apprentissages que l'on peut réaliser en *tinkering* peuvent apparaître abstraits, ou éloignés des exigences des programmes. Quelques études ont démontré que le *tinkering* produisait effectivement des apprentissages bien que sans spécifier clairement la nature de ceux-ci. Les enseignants sont alors en droit de s'interroger sur les véritables possibilités que le *tinkering* offre en science et technologie, et si celui-ci entraîne effectivement le développement de savoirs et de compétences scolaires.

Enfin, « le *tinkering* aurait longtemps été écarté de l'enseignement puisqu'on le considérait comme une démarche naïve qui auraient empêché les gens de bien planifier leurs projets » (Turkle et Papert, 1990).¹¹ Cela peut être une autre raison pour laquelle le *tinkering* se retrouve très peu dans le milieu formel (Berland, 2016).

1.5 Les apprentissages réalisés en *tinkering*

Afin de persuader les enseignants de piloter des activités de *tinkering* en classe, il est nécessaire de vérifier les apprentissages que les individus peuvent réaliser lors de celles-ci.

¹¹ Traduction libre de: For a long time people avoided teaching novices to tinker because it was considered a naive set of habits that prevented people from properly planning out projects.

Jusqu'à présent, nous constatons que les études menées sont principalement axées sur les activités de *making/tinkering* vécues en milieux informels comme les *makerspaces* et les musées. Ces études mettent en évidence les moments d'apprentissage survenus lors des activités proposées aux visiteurs sans toutefois présenter de base comparative dans leur recherche.

En ce qui concerne l'éducation en milieu formel, plusieurs auteurs (Blikstein; Bullock et Sator, 2015; Halverson et Sheridan, 2014; Horvath et Cameron, 2015; Mader et Dertien 2016, Martin, 2015b; Martinez et Stager, 2013; Rivas, 2014; Schön, Ebner, et Kumar, 2014; Sharples et al., 2013; Thompson, 2014) d'articles ou de livres ont mentionné le potentiel du *making/tinkering* sans avoir démontré les impacts réels de cette approche sur l'apprentissage. À notre connaissance, une seule étude a vérifié l'apprentissage perçu par les élèves lors d'activités de *making* sur une période d'une semaine dans un milieu formel (Chu *et al.*, 2017).

Davantage de recherches seraient donc nécessaires afin de développer une meilleure compréhension de l'apprentissage en *tinkering* ainsi que d'élargir les exemples de cet apprentissage en milieu d'éducation formel (Bevan et al., 2015).

1.6 Résumé du chapitre et présentation des questions de recherche

Considérant:

- que la culture scientifique et technologique est essentielle pour tout citoyen;
- que l'intérêt pour les sciences décline chez les jeunes à mesure qu'ils progressent dans leur parcours scolaire;
- que plusieurs facteurs peuvent influencer l'intérêt des jeunes envers les ST;
- qu'un de ces facteurs est la méthode d'enseignement-apprentissage retenue par l'enseignant

- que le *tinkering* est une méthode d'enseignement-apprentissage qui semble susciter l'intérêt envers les ST;
- que le *tinkering* semble aussi favoriser certains apprentissages; et
- que le *tinkering* n'est utilisé que marginalement en contexte formel d'enseignement des sciences,

Les questions de recherche se posent comme suit :

1. Quel est le niveau d'intérêt que génère une activité de *tinkering* auprès d'élèves du secondaire durant un cours de sciences et technologie?
2. Quels sont les apprentissages (concepts scientifiques et technologique ainsi que compétences) perçus lors d'une activité de *tinkering* durant un cours de sciences et technologie?
3. Quelles sont les perceptions et les réticences des enseignants de sciences et technologie quant à l'utilisation du *tinkering* en classe?

1.7 Pertinence scientifique et sociale

Pertinence scientifique

Tel que mentionné dans la section *L'utilisation du tinkering dans les milieux et son effet*, le *tinkering* se retrouve peu dans les milieux scolaires. Il est alors important que les chercheurs comprennent mieux les perceptions ainsi que la nature des réticences des enseignants face à son utilisation pour expliquer et comprendre le phénomène de sa quasi-absence dans les écoles et éventuellement proposer des pistes de redressement. De plus, à ce stade de la recherche, nous n'avons pas pu trouver, malgré notre recherche exhaustive de références à ce sujet, une base suffisante de

connaissances concernant les effets de l'utilisation du *tinkering* sur l'intérêt et l'apprentissage des ST. Ce projet de recherche peut donc décrire et mieux comprendre ces effets.

Pertinence sociale

Ce projet de maîtrise s'inscrit bien dans la suite des travaux de la Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST) puisqu'il répond à un des objectifs, soit « établir les caractéristiques des pratiques "gagnantes" en enseignement des sciences et de la technologie » (CRIJEST, 2012). En ce sens, il permet d'apporter des informations pertinentes concernant le *tinkering* et celles-ci permettront aux enseignants de faire de meilleurs choix quant aux méthodes d'enseignement-apprentissage à utiliser dans les cours de ST. Puisque le *tinkering* semble pouvoir favoriser le développement des compétences du XXI^e siècle, une réponse à nos questions de recherche permettra éventuellement de favoriser l'apprentissage de ces dernières par les élèves, si les enseignants décident d'implanter ce type d'activité. De même, si les résultats de la recherche s'avèrent positifs, le *tinkering* pourrait être utilisé pour certaines activités afin d'augmenter l'intérêt des élèves envers les ST. Les résultats permettront d'informer les enseignants relativement aux défis, aux contraintes et aux bénéfices de l'intégration du *tinkering* dans leurs cours.

CHAPITRE 2

CADRE THÉORIQUE

Ce chapitre présente les principaux concepts impliqués dans cette recherche, une recension des écrits ainsi que les objectifs spécifiques. Dans un premier temps, le concept du *tinkering*, son origine, la différenciation avec des concepts apparentés ainsi que ses caractéristiques sont présentées. Les apprentissages relatifs aux activités de *tinkering* et les perceptions des enseignants à l'égard de cette méthode sont également discutés. Dans un deuxième temps, le concept d'intérêt ainsi que ses caractéristiques sont étudiés, de manière à préciser le type d'intérêt dont il sera question dans cette recherche, de même que les facteurs pouvant l'influencer. Dans un troisième temps, le lien entre les activités *tinkering* et le développement de l'intérêt est mis en évidence. Le chapitre se termine par la présentation des objectifs spécifiques de recherche.

2.1 Le *tinkering*

Le *tinkering* étant un concept central dans ce projet, il est nécessaire de bien comprendre son origine, son évolution ainsi que les nuances apportées par certains auteurs afin de sélectionner la définition qui convient le mieux à cette recherche.

2.1.1 Le concept de *tinkering* et son évolution dans le temps

L'origine du terme *tinkering* vient du mot *tinker* qui a été « utilisé pour la première fois dans les années 1300 pour décrire les ferblantiers qui se déplaçaient pour réparer divers gadgets ménagers » (Dictionnaire Merriam-Webster, 1828-; Wilkinson et Petrich, 2013)¹².

Avec le temps, la définition du terme a évolué et les définitions de *tinker/tinkerer/tinkering* ne faisaient plus référence à un métier, mais plutôt à une façon de faire : réparer, ajuster, ou travailler avec quelque chose sans toutefois avoir les habiletés requises ou, encore, d'une façon expérimentale.

Vers le début des années 1960, la référence au *tinkering* aurait été faite pour la première fois en science de l'éducation (Parsons, 1990) par Cooley et Reed dans leur étude portant sur la mesure de l'intérêt en science. Dans leur instrument de mesure de l'intérêt, ils décrivaient les composantes reliées à l'intérêt en science. Une de ces composantes portait le nom de *science tinkerer factor* et cette dernière se référait à « travailler les choses mécaniques et entretenir une curiosité à propos du fonctionnement des gadgets » (p.324)¹³. Ils donnaient également des exemples de cette composante : réparer des lampes et cordons électriques, comprendre les appareils électriques, travailler avec des ensembles (« kits ») de chimie « maison » et développer de nouvelles inventions.

En 1967, Walberg reprit l'instrument de mesure élaboré par Cooley et Reed, *the Reed Science Activity Inventory* et l'améliora afin qu'il concorde davantage avec son étude.

¹² Traduction libre de: The word was first used in the 1300s to describe tinsmiths who would travel around mending various household gadgets.

¹³ Traduction libre de: working with mechanical things and a curiosity about how “gadgets” work.

Il s'intéressait alors à l'intérêt des filles et des garçons en physique. La composante avait gardé une signification semblable à la grille initiale, cependant le nom de la composante avait changé pour devenir *tinkering*. Il décrivait celle-ci comme étant une activité « plus pratique et expérimentale » (p.114)¹⁴. Il avait donné les exemples suivant : la réparation d'appareils électriques et l'expérimentation à la maison de la physique et de la chimie.

En 1982, les auteurs, Smail, Whyte et Kelly ont fait référence aux activités de *tinkering* dans leur article portant sur l'attitude des filles envers la physique. Elles décrivaient le *tinkering* comme étant une action manuelle : « utiliser des outils, démonter et réparer, jouer avec des jouets de construction » (p. 625)¹⁵.

En 1984, Whyte a fait référence au *tinkering* dans son étude portant sur les filles et les sciences et technologies. Il s'agissait d'une recherche-action dans le but d'augmenter la réussite des filles en science et technologie en sensibilisant l'enseignant aux différences en termes de participation entre les filles et les garçons. Elle s'est alors intéressée aux stéréotypes au niveau des genres dans le laboratoire et l'atelier en milieu scolaire. Elle a observé les comportements des filles et des garçons durant les leçons de science et de construction. Dans cette étude, le *tinkering* était également associé à des actions manuelles : « utiliser une scie, réparer un vélo ou jouer au Meccano¹⁶ » (p. 76)¹⁷. En 1990, Parsons a mené un projet doctoral sur la sous-représentation des filles en physique et l'élaboration d'un modèle de *tinkering*. Elle a conçu une carte conceptuelle à partir des différentes définitions du *tinkering* qu'elle a

¹⁴ Traduction libre de: more practical and experimental.

¹⁵ Traduction libre de: using tools, taking things apart and mending them, playing with construction toys.

¹⁶ Meccano est un jeu de construction dont les pièces étaient entièrement métalliques à l'origine.

¹⁷ Traduction libre de: to engage in tinkering activities such as using a saw, mending a bicycle or playing with Meccano.

présentées dans son cadre théorique afin de construire la sienne. Dans cette carte, elle indique entre autres que le *tinkering* est une activité de type *hands-on* qui implique une dimension affective caractérisée par la patience ou alors dans certains cas une certaine exaspération qui, on l'espère, mèneront à davantage de succès. (voir figure 2.1). En 2006, Jane s'est intéressée aux expériences de *tinkering* que des enseignantes du primaire avaient vécues durant leur petite enfance. Elle a indiqué que le *tinkering* « offre des possibilités pour les élèves de découvrir comment les mécanismes des outils, des gadgets et des machines simples fonctionnent » (p.2)¹⁸.

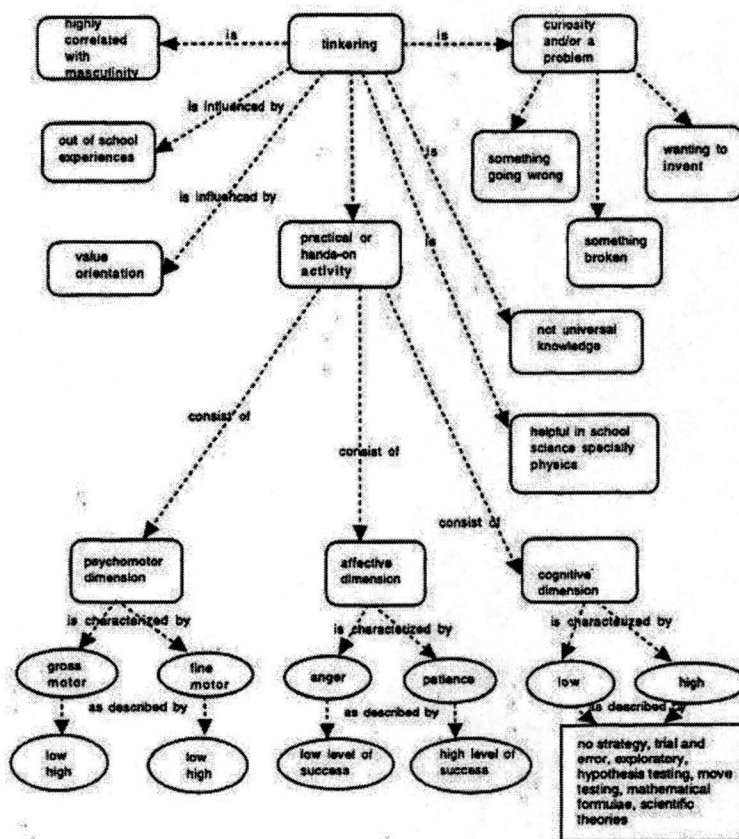


Figure 2.1 Carte conceptuelle du *tinkering*
(Tiré de Parsons, 1990, p.29)

¹⁸ Traduction libre de: « tinkering provides opportunities for students to discover how the mechanisms in tools, gadgets and simple machines work ».

En 2011, Banzi a publié la deuxième édition de son livre *Getting started with Arduino* dans lequel il discute de l'utilisation d'*Arduino*, un jeu de circuits imprimés servant à créer des appareils électroniques. Dans cet ouvrage, il a également parlé de l'importance du *tinkering* dans la création de prototypes. Sa définition du *tinkering* vient des recherches qu'il a effectuées pour trouver un terme adéquat à sa nouvelle démarche d'enseignement de l'électronique auprès de concepteurs. Le terme devait rejoindre l'idée de travailler sans plan précis et d'arriver avec un résultat inattendu. Lorsqu'il a trouvé le terme, il correspondait alors à la démarche qu'il avait en tête et plusieurs autres domaines l'utilisaient déjà pour décrire une démarche d'exploration. Il a mentionné que la meilleure définition du *tinkering* qu'il avait trouvée provenait d'une exposition tenue à l'*Exploratorium* à San Francisco :

Le *tinkering* est ce qui se passe lorsque vous essayez quelque chose et que vous ne savez pas tout à fait comment faire en vous laissant guider par un coup de tête, votre imagination ou la curiosité. Lorsque vous faites du *tinkering*, il n'y a pas d'instructions ni d'échecs, car il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises façons de faire. Il s'agit de comprendre comment les choses fonctionnent et de les retravailler (p.vi)¹⁹.

En 2013, Martinez et Stager ont publié un livre ayant pour titre *Invent to learn : Making, Tinkering and Engineering in the classroom*. Dans cet ouvrage, les auteurs présentent les théories pédagogiques associées au *Maker Movement* ainsi que les possibilités intéressantes de ce mouvement pour l'école. Leur définition du *tinkering* est : « le *tinkering* est un état d'esprit — une façon ludique de résoudre des problèmes par l'expérimentation et la découverte » (p.32)²⁰.

¹⁹ Traduction libre de: Tinkering is what happens when you try something you don't quite know how to do, guided by whim, imagination, and curiosity. When you tinker, there are no instructions—but there are also no failures, no right or wrong ways of doing things. It's about figuring out how things work and reworking them.

²⁰ Traduction libre de: tinkering is a mindset- a playful way to approach and solve problems through direct experience, experimentation, and discovery.

En 2015, Bevan, Gutwill, Petrich, et Wilkinson ont mené une étude au *Tinkering Studio* afin d'identifier les apprentissages réalisés durant les activités de *tinkering* au musée. Ils ont décrit le *tinkering* comme étant une « branche du *making* qui met l'accent sur la résolution de problèmes de façon improvisée et créative » (p. 99)²¹.

Malgré l'évolution du concept de *tinkering* à travers les années, sa définition reste nébuleuse puisque, encore à ce jour, il n'y a pas de consensus entre les auteurs.

Dans les multiples définitions qui ont été présentées ci-dessus, on peut remarquer que plusieurs études abordant le *tinkering* se sont intéressées à l'intérêt des filles en science. Les chercheurs ont probablement voulu observer l'effet de l'utilisation d'une démarche fortement associée à la masculinité (le *tinkering*) sur l'intérêt des filles pour les sciences et technologies.

2.1.2 Liens et distinctions entre les concepts apparentés au *tinkering*

Plusieurs concepts, dont le *tinkering*, s'inscrivent dans le *Maker Movement*. Par contre, il est parfois difficile de faire la distinction entre ces concepts puisque certains auteurs n'en font pas, alors que d'autres vont apporter des nuances entre ceux-ci. Voici donc les concepts pouvant s'apparenter au *tinkering* et en quoi ils diffèrent.

Le *making* est « la construction ou l'adaptation d'objets à l'aide de ses mains, pour le plaisir personnel et pour la compréhension du fonctionnement de l'objet » (Honey et Kanter, 2013).

²¹ Traduction libre de: Tinkering is a branch of making that emphasizes creative, improvisational problem solving.

L'*engineering*, quant à lui, consiste à appliquer des principes scientifiques pour concevoir, construire et inventer. « Il établit le lien entre l'intuition et les aspects formels de la science en étant en mesure de mieux expliquer, mesurer et prédire le monde qui nous entoure » (Martinez et Stager, 2013)²².

Le *hacking* est une démarche de résolution de problème basé sur l'expérimentation pouvant aller à l'encontre des conventions (Varela, 2016). L'objet de création est souvent réalisé à l'aide de la programmation informatique.

Le bricolage, quant à lui, est la construction libre d'un objet non défini à l'avance en utilisant les outils et les matériaux qui sont disponibles au moment de la construction. (Lévi-Strauss, 1962; Resnick et Rosenbaum, 2013). Il peut aussi être défini comme étant une manière d'apprendre et de résoudre un problème en faisant des essais, des tests et en manipulant ou travaillant avec quelque chose sans avoir une idée de la méthode à utiliser (Harel et Papert, 1991; Jeffery *et al.*, 2011).

Chacun des concepts apparentés au *tinkering* présente des caractéristiques qu'il partage avec lui. Par contre, ceux-ci diffèrent parfois en ce qui a trait à l'objectif et à la démarche du travail accompli. En effet, le *making*, par exemple, implique de construire ou modifier un objet en poursuivant un objectif identifié au départ tandis que le *tinkering* consiste à résoudre un problème ouvert sans nécessairement savoir quelle sera la solution ou le produit final. L'*engineering*, quant à lui, concerne la résolution de problème en s'appuyant sur des notions scientifiques relatives au problème tandis que le *tinkering* se rapporte à la résolution de problème de la façon dont on le désire, en utilisant sa créativité, sans nécessairement avoir recours à des concepts précis. Pour sa part, le *hacking* implique une résolution de problème en

²² Traduction libre de: It builds a bridge between intuition and the formal aspects of science by being able to better explain, measure, and predict the world around us.

programmation informatique alors que le *tinkering* n'accorde pas nécessairement un rôle à l'informatique. Enfin, le bricolage se rapproche davantage du *tinkering* que les autres concepts. Il diffère cependant sur le plan de l'encadrement puisqu'il ne contient pas autant de contraintes initiales.

Le *tinkering* comporte plusieurs caractéristiques et celles-ci peuvent mettre en évidence les différences et nuances avec les concepts énoncés précédemment. La première caractéristique du *tinkering* est qu'il n'y a pas d'étapes à suivre pour arriver au résultat final ou pour trouver la solution au problème/défi. (Vossoughi *et al.*, 2013; Wilkinson et Petrich, 2013). En effet, lorsque le problème/défi est posé, les individus ne suivent pas une série d'étapes précises qu'on leur a imposées. Ils utilisent la démarche de leur choix. La deuxième caractéristique des activités de *tinkering* est l'encouragement à l'utilisation d'une démarche par essais et erreurs (Bevan, 2017; Honey et Kanter, 2013; Martin, 2015a). Cette démarche est très bénéfique selon les éducateurs muséaux présents sur les lieux lors des activités. Les frustrations des individus lorsqu'ils se retrouvent face à une embûche seraient les moments les plus enrichissants dans le processus de *tinkering* puisqu'au moment où ces frustrations provoquent finalement l'émergence de nouvelles idées, elles apportent une meilleure compréhension du problème et permettent de favoriser les apprentissages. La troisième caractéristique est la liberté des individus à utiliser les matériaux et les outils de leur choix (Petrich *et al.*, 2013). Une panoplie d'outils et de matériaux sont disponibles lors des activités. Il peut s'agir autant d'outils à la fine pointe de la technologie que des matériaux et des outils plus traditionnels tels que du carton, du coroplaste, du bois, un marteau, un tournevis, etc. Finalement, la quatrième caractéristique est la préconisation de la créativité et l'imagination (Baker, D. R. *et al.*, 2015; Gutwill *et al.*, 2015). En effet, dans les activités de *tinkering*, on suggère fortement aux individus de « penser en dehors de la boîte » comme utiliser un objet du quotidien dans un contexte inattendu.

2.1.3 La définition retenue

Dans les définitions présentées précédemment, il y a un manque de précision quant à la nature des activités de *tinkering*. En fait, les activités de *tinkering* n'impliquent pas dans tous les cas de résoudre un problème, elles peuvent être de l'ordre du simple « défi ». De plus, étant donné que l'on s'intéresse à son utilisation dans le cadre de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences et technologies, il est nécessaire de préciser que le *tinkering* est ici considéré dans ce contexte. Alors en s'inspirant fortement de la définition du *tinkering* de Banzi (2011), voici la définition qui a été améliorée pour les besoins cette recherche :

Le *tinkering* implique de résoudre de manière satisfaisante un problème ou un défi à caractère scientifique dans le respect de certaines contraintes, en procédant entre autres par « essais et erreurs » et en mettant à profit sa créativité.

2.1.4 Les apprentissages perçus par les élèves

Les perceptions des élèves peuvent avoir un impact sur leurs apprentissages. En effet, Biggs (1989) conceptualise le processus d'apprentissage comme un système interactif de trois ensembles de variables: l'environnement d'apprentissage et les caractéristiques des élèves (*presage*), l'approche des élèves à l'égard de l'apprentissage (*process*) et les résultats d'apprentissage (*product*). En fait, le modèle propose qu'en premier lieu, les facteurs personnels et situationnels influencent l'élève à adopter une approche particulière à l'apprentissage qui, à son tour, influence les types de résultats obtenus. Dans un deuxième temps, les facteurs *presage* (par exemple : Les perceptions de l'environnement d'apprentissage) peuvent aussi directement influencer les résultats d'apprentissage.

Les facteurs *presage* sont, comme le suggère le terme, ceux qui existent avant le moment de l'apprentissage et comprennent deux types: les caractéristiques personnelles durables apportées à la situation d'apprentissage par l'étudiant (par exemple, les connaissances antérieures, la capacité académique, la personnalité) et les caractéristiques situationnelles qui définissent l'environnement d'apprentissage (par exemple, les méthodes d'enseignement, la charge de travail, la structure du cours). Comme Biggs (1985) et d'autres Ramsden (1991) ont soutenu, l'élément-clé de l'application pratique de ce modèle est la proposition selon laquelle ce sont les perceptions des élèves de leur environnement d'apprentissage, à la lumière de leurs motivations et de leurs attentes, qui déterminent comment les facteurs situationnels influencent l'apprentissage et les résultats de l'apprentissage.

Les facteurs *process* décrivent l'approche que les élèves utilisent pour apprendre. Bien qu'il y ait plusieurs approches possibles, il semblerait que les élèves adoptent deux approches de base. Une approche « profonde » de l'apprentissage, où l'élève améliore sa compréhension en appliquant et en comparant les idées disponibles. À l'inverse, l'apprentissage « superficiel » implique des stratégies de reproduction avec peu d'efforts pour intégrer l'information (Marton et Säljö, 1976; Thomas et Bain, 1984).

Les facteurs *product* décrivent les résultats de l'apprentissage (cognitif, affectif ou comportemental) que les élèves tirent du processus d'apprentissage (Lizzio *et al.*, 2002). Ces facteurs permettent d'identifier les apprentissages perçus par les élèves lors des activités de *tinkering* et lors d'activités régulières en classe.

2.1.5 Les perceptions et les réticences actuelles des enseignants envers les activités de *tinkering*

Dans les articles scientifiques, les points de vue sur le potentiel du *tinkering* proviennent essentiellement des chercheurs et des éducateurs muséaux. Les perceptions des enseignants quant à l'utilisation du *making/tinkering* sont quasi absentes de la documentation. Ce que l'on peut supposer, c'est que les enseignants auraient une crainte à mener des activités de *making/tinkering* en classe, puisque ces activités peuvent exiger une combinaison de compétences telles que l'utilisation d'outils traditionnels, des compétences en électronique ainsi qu'en programmation informatique pour encadrer et aider les participants (Horvath et Cameron, 2015). De plus, tel qu'indiqué précédemment, l'enseignement traditionnel s'inscrit en conflit de coutume avec les activités de *making/tinkering*. Les enseignants doivent en effet changer de rôle et agir en tant que facilitateur auprès des élèves. Cette approche différente peut poser un défi pour certains enseignants (Schön *et al.*, 2014). Étant donné que peu d'informations sont disponibles quant aux rigueurs de l'intégration du *making/tinkering* en classe, les enseignants sont naturellement peu outillés quant à la mise en œuvre des activités de *making/tinkering*, ou quant à l'organisation de l'espace pour mener ces activités. Dans une étude menée à l'*Exploratorium* ainsi que dans une étude menée sur la formation des enseignants, les chercheurs ont soulevé le fait que les enseignants auraient besoin de plus d'informations et de formation pour savoir comment adapter et implanter le *tinkering* en classe (Bevan *et al.*, 2015; Cohen, Jonathan, 2017). Il y aurait aussi un manque d'intérêt ou de capacité au sein de nombreux programmes de formation des enseignants concernant la recherche des impacts potentiels du *Maker Movement* sur le développement professionnel des enseignants, mais aussi sur l'apprentissage des élèves (Cohen, Jonathan, 2017). Dans une autre étude, les auteurs mentionnent que les enseignants ont une attitude plutôt favorable à l'implantation d'activité de M & T dans le futur, mais qu'ils ont cependant perçu plusieurs obstacles à cette implantation, tels que l'accès aux

ressources ou l'imposition de devoir travailler avec des collègues enseignants et des administrateurs réticents (Jones *et al.*, 2017).

Au Québec, le Centre des sciences de Montréal présente une exposition permanente conçue sur le modèle du *tinkering*, appelée *Fabrik, défis créatifs*. À l'automne 2015, un projet-pilote a été réalisé afin d'amener Fabrik dans les écoles. Des éducateurs se sont donc déplacés dans quelques écoles primaires et secondaires du Québec afin de faire vivre certaines activités de l'exposition aux élèves. Suite à l'expérience vécue, les élèves et les enseignants ont rempli un formulaire d'appréciation. Par l'entremise d'Olivier Grant, chargé de projet (éducation et formation), nous avons eu la chance d'avoir accès à ces formulaires et d'en retirer les perceptions principales. Les enseignants ont soulevé que l'activité permettait à leurs élèves d'apprendre de leurs erreurs et de développer leur créativité. Ils ont également confirmé que le produit était suffisamment en lien avec le programme de science et technologie, plus précisément avec les compétences disciplinaires. Dans l'ensemble, le *making/tinkering* fut perçu de manière positive de leur part dans un contexte scolaire, même si, dans ce cas précis, les activités ne furent pas menées par les enseignants eux-mêmes. Des recherches seraient alors utiles pour connaître et documenter les perceptions des enseignants concernant l'effet de ces activités sur le développement de compétences et l'apprentissage des élèves.

2.2 L'intérêt

Étant le deuxième concept clé dans ce projet, il est nécessaire de le définir, de spécifier le type d'intérêt qui sera privilégié dans cette étude ainsi que de présenter les facteurs qui l'influencent en contexte scolaire.

2.2.1 Le concept d'intérêt

Selon Hidi et Renninger (2006), l'intérêt agit comme une variable motivationnelle se référant à l'état psychologique d'engagement ou de la prédisposition à s'engager dans des objets en particulier. Ces objets peuvent être des tâches, des événements ou des idées. De façon plus spécifique, dans le domaine des sciences et technologies, l'objet d'intérêt peut concerner une discipline particulière (la biologie, la physique, la chimie, etc.), un savoir particulier (l'étude des animaux), une opération ou un objet concret (la manipulation en laboratoire) ou une activité scientifique abstraite (la formulation d'un problème, l'analyse de résultats de recherche) (Hasni et Potvin, 2015b). L'intérêt comprend trois composantes distinctes : la composante affective, la composante cognitive et la composante reliée à la valeur (Belletête, 2015; Hidi et Renninger, 2006; Krapp, Andreas et Prenzel, 2011; Rheinberg, 2008). La composante affective décrit les émotions positives qui accompagnent l'engagement alors que la composante cognitive se réfère aux activités de perception et de représentation liées à l'engagement. L'intérêt se définit également comme un phénomène qui émerge de l'interaction entre l'individu et son environnement (Belletête, 2015; Krapp, Andreas 2007). Il se développe progressivement par la répétition de cette interaction et est soutenu par celle-ci. Le développement de l'intérêt dépend donc, dans un premier temps, des motivations intrinsèques de l'individu, de ses goûts ou de ses ambitions et, dans un deuxième temps, de l'objet d'intérêt ainsi que des conditions de l'environnement dans lesquelles cet objet est présenté. L'intérêt peut aussi s'apparenter aux concepts d'attitude ou motivation. Par contre, selon plusieurs auteurs (Gardner, 1996; Krapp, Andreas 2007; Krapp, Andreas et Prenzel, 2011; Renninger, K. A. et Hidi, 2011; Schiefele, 2009) l'intérêt se distingue de ces deux concepts par la spécificité de son contenu : « On ne peut pas simplement avoir un

intérêt : on doit être intéressé par quelque chose²³ » (Gardner, 1996) et par sa fonction relationnelle : « un intérêt représente ou décrit une relation durable, entre une personne et un objet dans son espace de vie » (Hasni et Potvin, 2015a).

Dans les recherches en éducation, deux types d'intérêt sont étudiés : l'intérêt situationnel et l'intérêt individuel. L'intérêt situationnel fait référence à la réaction affective et à l'attention déclenchée par des stimuli issus d'un événement qui survient dans l'environnement. Ces stimuli peuvent durer ou non dans le temps (Hidi, 1990; Hidi et Baird, 1986). Pour ce qui est de l'intérêt individuel, il correspond à une prédisposition plus durable à l'engagement dans une tâche au fil du temps (Allaire-Duquette, 2013; Krapp, Andreas, 2002; Renninger, K., 2000).

Pour illustrer le développement de l'intérêt, un modèle en quatre phases a été élaboré par Hidi et Renninger (2006) (voir tableau 2.1). Ce modèle établit un lien avec les deux types d'intérêt mentionnés précédemment, soit l'intérêt situationnel et l'intérêt individuel. Chaque type d'intérêt se subdivise en deux phases : l'intérêt situationnel est d'abord déclenché et ensuite maintenu; l'intérêt individuel émerge dans un premier temps pour être ensuite développé. Le modèle représente un développement cumulatif et progressif dans la mesure où l'intérêt est soutenu. Sans soutien externe, toutes les phases du développement de l'intérêt peuvent régresser à une phase précédente ou disparaître complètement. L'intérêt situationnel est donc nécessaire à l'émergence de l'intérêt individuel. La présentation de ce modèle permet de mieux comprendre le développement de l'intérêt. Dans cette recherche, il s'agira d'étudier l'intérêt situationnel des élèves puisque nous évaluerons leur intérêt temporaire qui est généré par des aspects particuliers d'une situation d'apprentissage dans ce cas-ci les activités de *tinkering*.

²³ Traduction libre de: One cannot simply have an interest: one must be interested in something.

Tableau 2.1 Les quatre phases du développement de l'intérêt (Hidi et Renninger, 2006)

Phases	Caractéristiques	Exemples
Phase 1: déclenchement de l'intérêt situationnel	peut être déclenché par l'environnement	les conditions d'enseignement ou des milieux d'apprentissage
Phase 2: maintien de l'intérêt situationnel	est maintenu et soutenu par des tâches significatives et/ou une implication personnelle	l'apprentissage par projet, le travail de groupe et le tutorat
Phase 3: émergence de l'intérêt individuel	est caractérisée par des sentiments positifs, des connaissances et valeurs emmagasinées reliées à l'engagement précédant. Cet intérêt peut ou non conduire à l'intérêt individuel développé.	Les conditions d'enseignement ou de l'environnement d'apprentissage peuvent permettre l'émergence de l'intérêt individuel.
Phase 4: l'intérêt individuel développé	Consiste en la possibilité de l'individu de s'engager à nouveau dans des tâches pour lesquelles il a un intérêt individuel	Les conditions d'enseignement ou de l'environnement d'apprentissage peuvent faciliter le développement et l'approfondissement de l'intérêt individuel développé en offrant des possibilités qui incluent l'interaction et le défi qui mènent à la connaissance

2.2.2 L'intérêt situationnel

« L'intérêt situationnel se caractérise par le fait qu'il est associé à une situation (une tâche, un contexte, etc.) auquel l'individu est exposé ou dans lequel il est engagé » (Hasni et Potvin, 2015a). Une autre caractéristique importante est la temporalité. En effet, ce type d'intérêt peut varier dans le temps et selon le contexte. Selon plusieurs études, l'intérêt situationnel « reflète ce qui a été vécu directement par les élèves pendant ou immédiatement après une tâche ou une activité » (Belletête, 2015). Dans d'autres études (Harvey, 2010; Linnenbrink-Garcia *et al.*, 2010; Matis, 2013; Mitchell, 1993; Schmidt *et al.*, 2012; Sun *et al.*, 2008), l'intérêt situationnel « reflète

[plutôt] ce qui a été vécu généralement par les élèves dans un contexte identifié (classe, activité ou tâche) de manière intemporelle » (Belletête, 2015). Les mesures d'intérêt situationnel dans ces diverses études diffèrent en raison de la durée variable des interventions et des périodes entre lesquelles les mesures ont été réalisées. Dans certains cas, l'intérêt situationnel a été mesuré de façon instantanée et était directement lié à l'intervention proposée, alors que dans les autres cas, il s'agissait d'un intérêt situationnel perçu puisqu'il était mesuré à court ou moyen terme après l'intervention. Dans le cadre de ce projet, l'approche retenue visera à mesurer l'intérêt situationnel des élèves immédiatement après que les activités de *tinkering* auront été vécues.

2.2.3 La mesure de l'intérêt situationnel

Étant donné que la conceptualisation de l'intérêt peut varier d'un auteur à l'autre, il y a aussi différentes façons de le mesurer. Les auteures Renninger et Hidi (2011) rapportent que, lors des dernières sessions de conférences, les différentes évaluations de l'intérêt étaient : « l'auto-évaluation de l'intérêt²⁴ », « l'auto-évaluation sur les émotions incluant les intérêts²⁵ », « le couplage de l'observation participante et des entrevues en profondeurs²⁶ » et « le questionnaire conçu pour identifier les différentes composantes de l'intérêt²⁷ » (p.175). Les auteures mentionnent également que la forme la plus commune pour mesurer l'intérêt est le questionnaire. Les items du questionnaire peuvent être orientés simplement sur l'intérêt ou sur des composantes plus complexes. Ils peuvent être constitués de choix forcés (choix prédéfinis),

²⁴ self-ratings of interest

²⁵ self-reporting of emotions including interest

²⁶ the coupling of participant observation and in-depth interviews

²⁷ a survey designed to tap different components of interest

d'échelles de Likert et/ou de questions ouvertes. Dans les récentes études portant sur l'intérêt situationnel (Knogler *et al.*, 2015; Lin *et al.*, 2013; Loukomies *et al.*, 2015; Roure *et al.*, 2015; Tapola *et al.*, 2013; Vainikainen *et al.*, 2015), ce dernier a été mesuré à l'aide d'un questionnaire, dont la majorité ont utilisé une échelle de Likert.

2.2.4 Les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel des élèves du secondaire

Plusieurs articles portant sur l'intérêt situationnel en éducation, au niveau secondaire, ont identifié des facteurs ayant une influence.

Dans le domaine des sciences et technologies, voici les facteurs identifiés dans trois études. La première étude s'est intéressée à l'intérêt situationnel des élèves du secondaire lors d'une visite à un aquarium. Dohn (2011) a identifié cinq facteurs d'intérêt situationnel grâce à des entrevues semi-structurées avec des élèves pendant et après la séquence d'enseignement jumelée à la visite : le caractère *hands-on* ou concret des activités, la surprise, la nouveauté, la possibilité d'apprendre de nouvelles connaissances et l'implication sociale des élèves. La deuxième étude s'est intéressée à l'intérêt situationnel d'élèves en science et technologie dans le cadre d'activités d'ingénierie. Dohn (2013) a identifié quatre facteurs d'intérêt grâce à des observations, des entrevues et un questionnaire concernant les activités que les élèves avaient réalisées : la possibilité de concevoir des inventions, l'expérimentation par essais et erreurs, le bonheur et l'excitation ainsi que la collaboration. La troisième étude s'est intéressée à l'intérêt situationnel durant les leçons de science qui impliquait des compétences d'investigation. Palmer (2009) a également identifié certains facteurs d'intérêt situationnel grâce à des entrevues : la possibilité d'apprendre de nouvelles connaissances, la possibilité de faire des choix, les manipulations durant les activités, la nouveauté et l'implication sociale des élèves dans les tâches.

Dans le domaine des mathématiques, Mitchell (1993) s'est intéressé à l'intérêt situationnel des élèves du secondaire en classe. Il a relevé, grâce à des entrevues avec des élèves, les facteurs d'intérêt situationnel suivants : l'aspect significatif, l'implication, l'ordinateur, le travail de groupe et les puzzles (problèmes de logique, illusions d'optique, casse-têtes, etc.).

Dans le domaine de l'éducation physique, les études de Chen et Darst (2001) ainsi que de Sun et al. (2008) ont identifié cinq facteurs d'intérêt situationnel d'élèves lors des tâches en éducation physique : la nouveauté, le défi, l'attention nécessaire, l'intention d'exploration ainsi que le plaisir ressenti.

Finalement, dans un contexte extrascolaire, Glowinsky et Bayrhuber (2011) ont étudié l'intérêt situationnel en laboratoire. Ils ont soulevé trois facteurs d'intérêt situationnel : la présence de travail pratique, l'authenticité de l'environnement d'apprentissage et le degré d'application des contextes de recherche.

Ces études ont démontré que plusieurs facteurs pouvaient avoir une influence positive sur l'intérêt situationnel des élèves du secondaire. Certains de ces facteurs pourraient se retrouver dans les activités de *tinkering*.

2.3 Les connaissances actuelles concernant le lien entre le *tinkering* et l'intérêt

Plusieurs articles scientifiques (DiGiacomo et Gutiérrez, 2015; Gutwill *et al.*, 2015; Petrich *et al.*, 2013; Simpson *et al.*, 2017; Vossoughi *et al.*, 2013; Wagh *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2013) soutiennent que le *tinkering* permet l'engagement des individus. Plus spécifiquement, les activités permettraient aux individus de s'engager dans plusieurs disciplines, de s'engager dans les pratiques de la science et du génie et de s'engager dans la conception et la résolution de problème. L'engagement est un

concept pour lequel il y a plusieurs définitions, mais il peut être étroitement lié à l'intérêt lorsqu'il s'agit d'engagement affectif. L'engagement affectif est lié à une réaction émotionnelle positive ou négative envers les activités ou le contexte qui influence le désir d'apprendre (Bernet, 2010). L'engagement affectif peut également être un sentiment d'intérêt et de valeur face à l'apprentissage. Or, l'engagement peut aussi être de type comportemental. Dans ce cas, l'individu s'implique activement dans son processus d'apprentissage par l'effort, la persistance, la conception, l'attention, le désir de poser des questions et la participation (Bernet, 2010). Dans le contexte des activités de *tinkering* où les individus réalisent divers apprentissages, l'engagement peut être autant affectif que comportemental. Il est toutefois difficile d'identifier spécifiquement l'engagement dont il est question dans les articles concernés puisqu'il n'a pas été étudié. L'engagement n'a donc pas été mesuré ni observé à l'aide d'indicateurs dans les recherches portant sur le *tinkering*. À l'état actuel, les recherches sur le *tinkering* sont au stade de l'identification et de la documentation des apprentissages réalisés lors des activités vécues en contexte muséal ou en parascolaire. Il n'y a pas d'études à ce jour qui se soient intéressées au lien entre l'intérêt des jeunes pour les sciences et technologies et les activités de *tinkering*.

Malgré le fait que le lien entre l'intérêt et le *tinkering* n'ait pas été exploré dans les études, il est possible de les mettre en relation en exposant les caractéristiques du *tinkering* énoncées dans la section 2.1.2 et les facteurs pouvant influencer l'intérêt situationnel des élèves énoncés dans la section 2.2.4 (voir tableau 2.2). À partir de ce tableau, il est possible d'émettre l'hypothèse que le *tinkering* pourrait influencer l'intérêt situationnel des élèves puisque ces deux concepts sont étroitement liés.

Tableau 2.2 Liens entre les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel et les caractéristiques du *tinkering*.

Les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel	Les caractéristiques du <i>tinkering</i>
L'utilisation d'une démarche par essais et erreurs	L'utilisation d'une démarche par essais et erreurs
La possibilité de faire des choix	La liberté des individus à utiliser les matériaux et les outils de leur choix
Le défi	Il n'y a pas d'étapes à suivre pour arriver au résultat final ou pour trouver la solution au problème/défi
La possibilité de concevoir des inventions	Le recours à la créativité et l'imagination

Bien qu'il ne semble y avoir à notre connaissance aucune étude portant sur le *tinkering* et l'intérêt qu'il suscite, voici deux études dont les activités se rapprochent le plus selon nous de l'« esprit » du *tinkering*. Dans la première, recherche mixte orientée sur l'intérêt situationnel d'élèves en science et technologie dans le cadre d'activités d'ingénierie (Dohn, 2013), les élèves devaient réaliser sept tâches. Deux des tâches impliquaient de concevoir une procédure alors que les autres tâches impliquaient de créer un artefact permettant de résoudre un défi. Chacune avait un but précis et certaines contraintes devaient être respectées. Il s'agissait de problèmes ouverts qui permettaient la collaboration. Les élèves pouvaient sélectionner la tâche avec laquelle ils préféraient commencer et les camarades de classe avec qui ils voulaient travailler. Durant le processus, l'enseignant pouvait discuter avec les élèves mais, en aucun cas, il ne donnait des réponses ou des pistes de solutions pour résoudre les défis.

Par la suite, à l'aide des observations et des entrevues effectuées, le chercheur a pu étudier les intérêts des élèves lors des activités. L'analyse qualitative a été complétée par une analyse statistique pour vérifier et appuyer les sources d'intérêt situationnel qui avaient été identifiées. Suite aux deux analyses, quatre sources d'intérêt pour

designer des inventions ont été relevées. Plusieurs stimuli étaient à la base de ces sources d'intérêt comme la nouveauté, l'autonomie et l'engagement social. Enfin, « l'étude a démontré que les activités de conception ouvertes ont stimulé l'intérêt des élèves, en particulier en leur offrant une certaine autonomie, mais seulement dans la mesure où les élèves pouvaient réguler par eux-mêmes leurs stratégies d'apprentissage » (p. 2075)²⁸. La description des activités d'ingénierie ainsi que l'encadrement de l'enseignant qui sont décrits dans cet article ressemblent beaucoup à l'esprit du *tinkering*. En effet, plusieurs caractéristiques y sont associées, par exemple : résoudre un problème ouvert, expérimenter par essais et erreurs, collaborer et encadrer les individus en agissant à titre de facilitateur. L'utilisation d'une méthodologie mixte a été pertinente pour cette étude, la partie quantitative a su donner de la crédibilité aux résultats trouvés lors de l'analyse qualitative. Bien que l'échantillon de cette étude était restreint et que des recherches supplémentaires sont nécessaires pour appuyer leurs conclusions, les activités d'ingénierie ont eu une influence positive sur l'intérêt des élèves. De cette étude, il serait possible d'émettre l'hypothèse que les activités de *tinkering* auraient un effet similaire sur l'intérêt situationnel des élèves.

La deuxième étude s'est intéressée à l'effet des activités de *design-based* en science sur la motivation des élèves. Le but principal de cette étude était d'examiner les façons dont l'implantation d'un programme de *Studio STEM*²⁹ allait affecter la

²⁸ Traduction libre de: The findings suggest that open-ended design tasks stimulates interest, especially by providing students some autonomy, but only to the extent that they are able to self-regulate their learning strategies.

²⁹ *Studio STEM* était un programme parascolaire et un camp d'été de 3 ans qui a utilisé une approche impliquant la conception et un curriculum interdisciplinaire pour aider les élèves de niveau secondaire en apprendre davantage sur la conservation de l'énergie.

motivation et l'engagement des élèves de niveau secondaire dans des activités de science et d'ingénierie (Jones *et al.*, 2015). Dans ces activités, les élèves se réunissaient une fois par semaine après l'école et devaient résoudre des problèmes authentiques avec une approche de conception. Afin de connaître les facteurs qui allaient influencer leur motivation et leur engagement, les chercheurs ont utilisé le modèle de motivation *MUSIC*. Ce dernier a été conçu pour aider les instructeurs à appliquer les théories de motivation actuelles en concevant une instruction qui engage les élèves dans l'apprentissage. Le modèle *MUSIC* comprend cinq composantes dérivées de la recherche et de la théorie comme celles qui sont essentielles à l'engagement des élèves dans les milieux académiques : *eMpowerment*, *Usefulness*, *Success*, *Interest* et *Caring* (d'où l'acronyme *MUSIC*). Les cinq principes clés du modèle *MUSIC* sont que les élèves sont plus motivés quand ils perçoivent (a) qu'ils sont responsabilisés, (b) que le contenu est utile, (c) qu'ils peuvent réussir, (d) qu'ils sont intéressés, et (e) qu'ils se sentent pris en charge par d'autres dans l'environnement d'apprentissage. Des entrevues ont été réalisées au début, au milieu et à la fin du projet pour découvrir la perception des élèves quant à la présence ou l'absence des cinq composantes du modèle *MUSIC* dans le curriculum d'activités qui leur étaient proposées. Des observations ont également été réalisées au cours de chaque session pour recueillir des renseignements sur les présentations des sessions, les activités ainsi que sur la motivation et l'engagement des élèves. Enfin, les chercheurs ont remis un questionnaire à échelle de Likert aux élèves pour confirmer leurs perceptions. Les élèves ($N = 11$) ont en général rapporté que, lors des activités du *Studio STEM*, ils ont perçu que (qu') : ils étaient responsabilisés ($M = 5.23$, $SD = 0.74$), les activités étaient utiles pour eux ($M = 4.67$, $SD = 0.97$), ils pourraient réussir dans les activités ($M = 5.55$, $SD = 0.62$), ils ont apprécié les activités et ils étaient

intéressés par elles ($M = 5.42$, $SD = 0.60$), ils ont été pris en charge par les animateurs ($M = 5.66$, $SD = 0.57$), et ils ont mis de l'avant l'effort nécessaire ($M = 5.48$, $SD = 0.68$).

En moyenne, les élèves ont déclaré des scores supérieurs à 5 (d'accord) pour leurs efforts et pour toutes les composantes du modèle *MUSIC*, à l'exception de l'utilité. Dans cette étude, on peut encore faire des liens entre les caractéristiques des activités que les élèves ont vécues et les activités de *tinkering*. Par exemple, dans la dimension *empowerment*, les élèves ont rapporté qu'ils pouvaient faire des choix; ils décidaient comment ils allaient concevoir le projet qui leur était assigné et ils utilisaient le matériel de leur choix. Pour la dimension *Interest*, ils ont trouvé les activités intéressantes puisqu'elles les autorisaient à expérimenter plusieurs options. Pour la dimension *Caring*, les élèves ont mentionné que les éducateurs les laissaient explorer et les aidaient, au besoin, à leur faire comprendre ce qui ne fonctionnait pas dans leur processus.

L'échantillon de cette étude était petit, mais les résultats ont su démontrer que le *Studio STEM* a motivé les élèves à s'engager dans les activités de science et d'ingénierie. Cette deuxième étude permet également de supposer que les activités de *tinkering* auraient un effet positif sur l'intérêt des élèves.

Il est à noter que les deux recherches ne comportaient pas de base comparative pour leurs résultats.

2.4 Les objectifs spécifiques de notre recherche

Considérant que les perceptions des élèves de leur environnement d'apprentissage, à la lumière de leurs motivations et de leurs attentes, influencent leur apprentissage et leurs résultats;

Considérant que plusieurs facteurs influençant l'intérêt situationnel des élèves se retrouvent dans les activités de *tinkering* (utilisation d'une démarche par essais et erreurs, faire des choix, défi, concevoir des inventions); et

Considérant que les enseignants ne sont pas assez informés quant à l'utilisation du *tinkering en classe*,

les objectifs spécifiques poursuivis par cette recherche sont les suivants :

1. Comparer l'intérêt situationnel suscité par une activité de *tinkering* à celui que suscite une période d'enseignement habituel en sciences et technologie;
2. Comparer l'apprentissage perçu par les élèves lors de l'activité de *tinkering* à celui que les élèves perçoivent lors d'une période d'enseignement habituel en sciences et technologie; et
3. Comprendre les perceptions ainsi que la nature des réticences que les enseignants de sciences et technologie évoquent à l'égard de l'intégration du *tinkering* dans leur cours.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente les choix méthodologiques retenus pour répondre aux questions de recherche. Il exposera l'approche méthodologique, les participants, les outils de collecte des données ainsi que les stratégies d'analyse des données. Le chapitre se conclut par les considérations éthiques liées au projet.

3.1 L'approche de recherche

Les approches de recherche retenues dans ce projet sont exploratoire et mixte. Étant donné que le *tinkering* a peu été étudié, le niveau de connaissances sur le sujet est relativement faible. La recherche de type exploratoire permettra de contribuer à combler ce vide (Van der Maren, 1996). De plus, la méthodologie mixte est à privilégier dans le cas de ce projet puisque l'utilisation de données quantitatives et qualitatives favorisera la description et la compréhension du *tinkering* dans un contexte d'éducation formelle.

3.2 Participants

Des élèves âgés entre 12 et 17 ans ainsi que leur enseignant de ST ont été privilégiés pour la sélection des participants. La raison principale de cette décision est que nous nous intéressions à l'intégration du *tinkering* au secondaire ainsi qu'à l'effet de cette activité sur l'intérêt et l'apprentissage des élèves. Les élèves et les enseignants provenaient de deux commissions scolaires du réseau public comportant différents programmes (voir tableau 3.1) : la Commission scolaire de la Seigneurie-des-Mille-Îles (CSSMI) et la Commission scolaire Marguerite-Bourgeoys (CSMB). Nous avons opté pour ces commissions scolaires puisqu'on y retrouve une concentration science, *Science Génie Extra* (SGE), inspirée du *tinkering* ainsi que des Fab Labs. Les enseignants recrutés pour le projet pouvaient avoir déjà utilisé des activités de *tinkering* dans leur pratique ou pouvaient s'initier à l'intégration de celles-ci.

Une lettre d'invitation (Appendice A) fut transmise aux enseignants de ces commissions scolaires par l'intermédiaire des conseillers pédagogiques. Six enseignants ont répondu à l'invitation et ont participé aux étapes de la recherche. En acceptant de participer à notre recherche, les enseignants acceptaient de faire vivre une activité de *tinkering* durant une période d'enseignement des ST de 75 minutes avec leurs élèves pendant l'année scolaire 2018-2019. Ils devaient également faire vivre une activité habituelle lors du cours de ST afin que les élèves remplissent à nouveau le questionnaire d'intérêt situationnel à la fin de la période. Dans le cadre de cette recherche, une activité habituelle en classe de ST est caractérisée par la présence d'exposés magistraux, de travaux ou d'activités dirigés ou semi-dirigés ainsi que par des exercices dans un cahier d'apprentissage. Cette activité dite « habituelle » aura été identifiée par l'enseignant selon cette étiquette. De plus, les élèves qui ont accepté de participer à la recherche devaient apporter une lettre d'information à leurs parents. Ces derniers ont pu manifester leur consentement en remplissant un formulaire (Appendice B) que les enseignants ont remis à la chercheuse principale.

Tableau 3.1 Portrait des groupes d'élèves selon leur programme

Programme	Nombre de groupes
Programme d'éducation intermédiaire (PEI)	11
Régulier avec pédagogie axée sur l'apprentissage collaboratif	3
Régulier avec concentration multisports	1
Régulier avec concentration football	1
Régulier avec concentration science	3
Génie Extra (SGE)	
Total	19

3.3 Les outils de collecte de donnée

Trois outils de collecte ont été utilisés dans le cadre de ce projet de recherche. La stratégie de collecte de données qui a été retenue avec les élèves participants est le questionnaire d'intérêt situationnel et la stratégie de collecte de données qui a été retenue avec les enseignants est l'entrevue semi-dirigée. Une grille d'observation a également été utilisée afin de mesure de contrôle pour les activités de *tinkering*.

3.3.1 Le questionnaire d'intérêt situationnel

Le type de questionnaire qui a été choisi pour cette étude est un questionnaire à échelle de Likert, outil privilégié dans les récentes études ayant évalué l'intérêt situationnel. De plus, il est préférable d'utiliser une brève procédure de collecte de données dans ce cas-ci, afin de capturer les niveaux d'intérêt associé à l'évènement. Pour effectuer cette mesure, le questionnaire conçu par Ayotte-Beaudet (2018) a été retenu. Ayant obtenu un alpha de Cronbach de 0,9, son questionnaire nous apparaît comme suffisamment valide et fiable. Bien que des modifications ont été apportées

afin que ce questionnaire s'inscrive dans le contexte de l'étude, il maintient les deux sous-composantes de l'intérêt situationnel présentes dans le questionnaire de Ayotte-Beaudet; la composante affective et la composante attention. Il est à noter que ce dernier avait effectué un travail minutieux de revue de la documentation afin de ressortir les composantes communes des questionnaires d'intérêt situationnel dans diverses études.

Le questionnaire pour l'étude était donc composé de 12 énoncés dont huit portants sur l'intérêt et quatre sur la perception d'apprentissage. Chacun des énoncés comprenait six niveaux d'appréciation, allant de « fortement en désaccord » à « fortement en accord » (voir figure 3.1). La littérature psychométrique suggère qu'il est préférable d'avoir davantage de niveaux sur l'échelle, mais que le rendement du questionnaire décroît passé 11 niveaux (Nunnally, 1978). Six niveaux d'appréciation tendraient à présenter un bon équilibre entre avoir suffisamment de points de discrimination sans avoir à offrir trop d'options de réponse. De plus, un nombre pair de niveaux contraindrait les élèves à en choisir un sans pouvoir simplement sélectionner celui qui se trouve au milieu. Afin de constituer une base de comparaison, ce questionnaire fut à nouveau rempli par ces mêmes élèves lors d'activités régulières de ST.



Questionnaire sur l'activité d'aujourd'hui

Nous vous invitons à **répondre spontanément et sincèrement** à chacun des énoncés suivants. Ce n'est pas un examen. Il n'y a donc pas de bonne ou de mauvaise réponse. Votre enseignant(e) ne verra jamais votre questionnaire. Il sert uniquement à connaître votre opinion sur l'activité que vous venez de vivre.

Nom : _____ Groupe : _____ Date : _____

Cochez une (1) seule case pour chacun des 12 énoncés suivants	Fortement en désaccord						Fortement en accord					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1. J'étais très concentré(e) lors de cette activité.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. L'activité que l'on vient juste de vivre ne m'a pas intéressé(e).	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. Lors de cette activité, j'ai fait des apprentissages scientifiques utiles.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4. J'ai tout aimé dans cette activité.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5. L'activité n'a pas capté mon attention.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6. J'aimerais vivre d'autres activités comme celle-là.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7. Je crois que mes amis n'ont pas aimé l'activité.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8. Pendant cette activité, je n'ai pas appris grand-chose.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9. L'activité que l'on vient juste de vivre m'a captivé(e).	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10. J'aurais sans doute plus appris avec les activités que je fais habituellement qu'avec l'activité d'aujourd'hui.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11. Cette activité était plate.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12. J'apprendrais plus avec ce type d'activité	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Genre : ☐ Fille ☐ Garçon ☐ Préfère ne pas répondre

Figure 3.1 Questionnaire d'intérêt situationnel

3.3.2 L'entrevue semi-dirigée

Des entrevues semi-dirigées de 20 minutes furent réalisées avec les six enseignants. L'entrevue semi-dirigée a été privilégiée pour ce projet puisqu'elle permet de recueillir des informations complètes sur un sujet précis en induisant le moins possible les réponses. En plus, l'interviewé peut répondre ouvertement et dans l'ordre qui lui convient. Le chercheur essaie simplement de recentrer l'entrevue sur les thèmes qui l'intéressent quand l'interviewé s'en écarte (Fortin, 2010; Gaudreau, 2011).

L'entrevue était composée de cinq questions de base :

1. Comment avez-vous trouvé l'activité d'un point de vue pédagogique ?
2. Selon vous, est-ce que vos élèves retirent des apprentissages de cette activité ?
Si oui, lesquels ?
3. Selon vous, vos élèves ont-ils développé la compétence 1 en ST ?
4. Selon vous, l'activité a-t-elle suscité l'intérêt de vos élèves ?
5. Avez-vous des réticences quant à l'utilisation d'une telle activité en classe ?
Si oui, quelles sont-elles ?

Ces entrevues ont permis de répondre aux questions de recherche tout en offrant la possibilité d'aborder d'autres points qui n'avaient pas été prévus (Gaudreau, 2011).

Lors des entretiens, notre objectif principal était de comparer les propos recueillis auprès des enseignants avec les données quantitatives collectées auprès des élèves afin de mieux comprendre l'intérêt situationnel généré par l'activité de *tinkering* ainsi que les apprentissages réalisés lors de celle-ci. L'entrevue visait également à comprendre les perceptions et les réticences des enseignants quant à l'intégration d'une activité de *tinkering* durant un cours de ST. Afin de vérifier si les enseignants avaient des prédispositions favorables ou non à l'intégration du *tinkering* en classe de ST, nous leurs avons remis un cours questionnaire avant qu'ils vivent l'activité avec leurs élèves.

3.3.3 L'observation

Des observations furent réalisées durant les activités de *tinkering*, afin de s'assurer que ces activités correspondaient bel et bien aux caractéristiques du *tinkering* tel qu'il a été défini dans ce projet. Il est à noter qu'il s'agissait ici d'une mesure de contrôle.

À l'aide d'une grille d'observation (voir tableau 3.2), la chercheure principale a identifié les caractéristiques de l'activité de *tinkering* durant celle-ci.

Les indices 1, 7 et 9 permettaient de vérifier la caractéristique de la collaboration. Les indices 2, 3 et 4 permettaient de vérifier la caractéristique de l'utilisation d'une démarche par essais et erreurs. L'indice 5 a permis de vérifier la caractéristique de la liberté du choix de matériel. Les indices 6 et 7 permettaient de vérifier la caractéristique des embûches qui mènent à un enrichissement. Les indices 8 et 10 permettaient de vérifier la caractéristique de la créativité. Les indices 5, 11 et 12 permettaient de vérifier la caractéristique d'activité ouverte. Les indices 13 à 19 permettaient de vérifier la caractéristique correspondant au rôle de l'enseignant durant ces activités, soit agir à titre de facilitateur.

De plus, des notes relatives au contexte ont été prises lors des observations des périodes de *tinkering* en classe.

Tableau 3.2 Grille d'observation d'une activité de *tinkering*.

Indices	Présente	Absente
1. L'élève discute de ses idées avec un autre élève		
2. L'élève met à l'essai différentes façons de faire		
3. L'élève teste souvent et rapidement sa solution ou son produit		
4. L'élève modifie sa solution ou son produit		
5. L'élève choisit son matériel et ses outils		
6. L'élève témoigne de ses difficultés à l'enseignant		

7. L'élève témoigne de ses difficultés à un autre élève		
8. L'élève utilise un objet en lui donnant une autre fonction (autre que fonction première)		
9. L'élève vient en aide à ses pairs		
10. L'élève s'amuse dans son processus		
11. L'activité proposée permet d'arriver à des solutions ou produits différents		
12. L'activité n'induit pas la méthode à utiliser, ni la solution		
13. L'enseignant pose des questions sur le processus		
14. L'enseignant répond aux questions des élèves sans proposer une solution au défi ou problème posé		
15. L'enseignant propose du matériel		
16. L'enseignant encourage		
17. L'enseignant s'assure que les élèves travaillent de façon sécuritaire		
18. L'enseignant fournit les étapes de la démarche aux élèves		
19. L'enseignant intervient pour corriger les élèves dans leur démarche		

3.4 Les méthodes d'analyse envisagées

Cette section présente les méthodes d'analyse des données quantitatives et qualitatives que nous avons utilisées afin d'atteindre nos objectifs de recherche.

3.4.1 Les données quantitatives

Les données obtenues à partir des questionnaires d'intérêt situationnel ont d'abord été compilées avec le logiciel Excel de Microsoft et ensuite traitées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 16. Des analyses descriptives ont d'abord permis d'obtenir un portrait global des groupes ayant participé à l'étude. Par la suite, un test-t a été mené afin de comparer l'intérêt situationnel des élèves lors de l'activité de *tinkering* avec l'intérêt situationnel des élèves lors d'une activité habituelle en classe de ST. Puisque nous n'avons pas été en mesure d'obtenir l'identité de tous les élèves, nous avons mené un test-t paillé seulement avec une partie de l'échantillon. Cela servait à comparer précisément le niveau d'intérêt situationnel des mêmes individus suite à l'activité de *tinkering* et suite à l'activité habituelle en classe de ST.

3.4.2 Les données qualitatives

Des entrevues ont eu lieu avec les six enseignants participants suite à l'activité de *tinkering*. Tous les entretiens ont été enregistrés. Ceux-ci ont d'abord été transcrits avec le logiciel Word de Microsoft et ensuite analysé avec le logiciel QDA (Qualitative Data Analysis) Miner Lite version 1.5. Des catégories initiales ont été créées à partir du cadre théorique et des catégories nouvelles avaient la possibilité d'émerger au cours de l'analyse. Ces données permettraient de décrire davantage l'intérêt et l'apprentissage des élèves durant une activité de *tinkering* et de documenter les perceptions et réticences des enseignants quant à l'intégration d'une telle activité en classe de ST.

3.5 Considérations éthiques

Avant de mener la collecte de données, un certificat d'approbation éthique des Comités d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CERPE 3) des facultés des sciences et des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Montréal fut obtenu (voir Appendice C). Les enseignants et les élèves ont été avisés que leur participation était entièrement volontaire et anonyme. Les enseignants participants ont reçu et signé un formulaire d'information et de consentement (voir Appendice A). Les élèves ont également reçu une lettre d'information et un formulaire de consentement qu'ils devaient apporter à la maison (voir Appendice B). Les élèves devaient avoir rapporté à leur enseignant le coupon-réponse signé par un parent ou un tuteur et par eux-mêmes afin de participer à la recherche. Les questionnaires et les formulaires de consentement sont entreposés dans un classeur dans un local verrouillé. Les données numériques sont conservées sur l'ordinateur de la chercheuse principale. Les données seront détruites cinq ans après la parution du dernier article scientifique.

CHAPITRE 4

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Ce quatrième chapitre présente les résultats obtenus lors de l'analyse des données quantitatives et qualitatives et les interprète relativement aux trois questions de recherche. Il rend compte du portrait des activités de *tinkering* réalisées avec les groupes et des résultats de l'analyse statistique avec test-t afin d'identifier le niveau d'intérêt situationnel des élèves ainsi que leur perception d'apprentissage lors de la condition expérimentale (activité de *tinkering*) et de la condition contrôle (activité habituelle en cours de ST). Les résultats de l'analyse des entretiens s'ajoutent aux résultats quantitatifs afin de compléter les résultats sur l'intérêt situationnel des élèves et leur perception d'apprentissage, mais également pour expliquer les perceptions et réticences des enseignants quant à l'utilisation de ce type d'activité en cours de science et technologie.

4.1 Portrait des activités de *tinkering* réalisées

Dans cette section, la description des activités de *tinkering* est présentée afin de dresser un portrait général de ce qu'ont vécu les élèves lors de cette période de 75 minutes durant la collecte de données.

Les élèves n'ont pas tous vécu la même activité de *tinkering*. Trois activités différentes ont été menées lors de la collecte de données. Ces trois activités se sont qualifiées comme étant une activité de *tinkering* puisqu'elles ont rencontré les indices de la grille d'observation.

L'activité 1 : les élèves devaient concevoir un prototype de transport, capable de transporter une masse de 40 g, qui devait être propulsé par l'air et qui devait franchir une ligne d'arrivée placée à environ 4,65 m (voir figure 4.1).

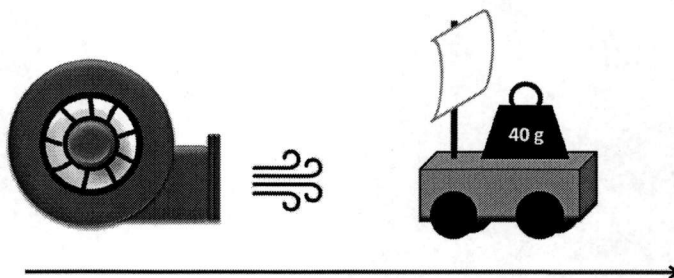


Figure 4.1 Exemple d'une solution pour l'activité de *tinkering* 1

L'activité 2 : les élèves devaient créer une réaction en chaîne avec au moins trois événements différents et elle devait se terminer en actionnant une pompe à savon (voir figure 4.2).

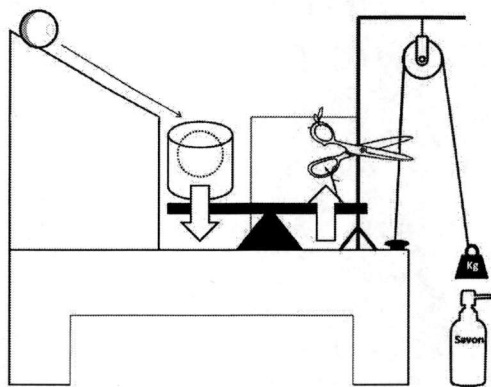


Figure 4.2 Exemple d'une solution pour l'activité de *tinkering* 2

L'activité 3 : les élèves devaient faire descendre ou monter un prototype le long de deux câbles parallèles sans appliquer de force humaine (voir figure 4.3).

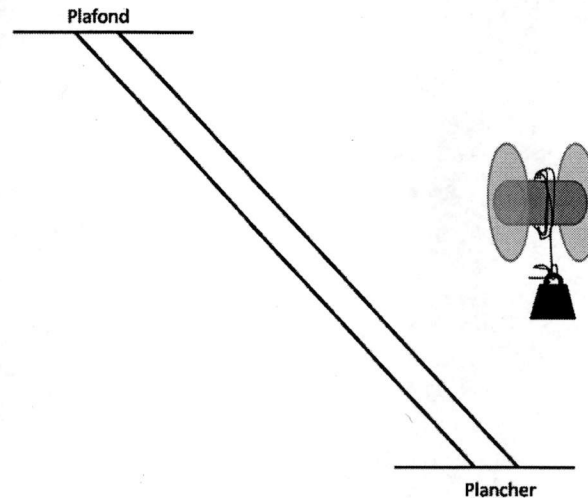


Figure 4.3 Exemple d'une solution pour l'activité de *tinkering* 3

4.2 Les résultats et interprétations relatifs à la question de recherche : Quel est le niveau d'intérêt que génère une activité de *tinkering* auprès d'élèves du secondaire durant un cours de sciences et technologie?

Dans la prochaine section, les données provenant de la mesure de l'intérêt sont analysées et comparées afin de déterminer s'il y a un effet marqué des activités de *tinkering* sur l'intérêt des élèves. La section se termine par l'interprétation des résultats sur l'intérêt généré lors de ces activités.

4.2.1 Les résultats quantitatifs de l'intérêt

Les données quantitatives sur l'intérêt situationnel des élèves ont été obtenues à partir du questionnaire développé pour cette recherche et présenté dans la section 3.3.1. Chaque élève l'a individuellement rempli à la fin de l'activité de *tinkering* vécue. Le tableau 4.1 présente la comparaison des moyennes pour l'intérêt situationnel déclaré lors de la condition expérimentale et lors de la condition contrôle. En moyenne, la condition expérimentale (EXP) a suscité davantage l'intérêt des élèves que la condition contrôle (CON). La moyenne de l'intérêt situationnel déclarée par les élèves pour l'EXP est de 4,84 (écart-type = 1,03) alors que pour le CON, elle est de 4,19 (écart-type = 1,16). Cette différence est statistiquement significative ($p_{\text{bilatéral}} = 0,000$) et la taille d'effet est moyenne (Cohen, 1988) (d de Cohen = 0,56).

Tableau 4.1

Statistiques descriptives et test-t pour l'intérêt situationnel mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de tinkering et durant un cours normal.

Groupe	N	Moyenne	Écart-type	Moyenne erreur standard	t	ddl	Sig. (bilatéral)	d
CON	394	4,19	1,16	,06	-8,450	803	,000	0,56
EXP	411	4,84	1,03	,05				

Un test-t pairé a également été effectué, mais seulement sur une partie de l'échantillon. Cela n'a pu se faire sur l'entièreté de l'échantillon puisque nous n'avons pas été en mesure d'avoir l'identité des élèves pour tous les questionnaires, alors nous ne pouvions pas associer l'élève à ses questionnaires pour certains groupes. Le tableau 4.2 présente la comparaison des moyennes pour l'intérêt situationnel déclaré lors de la condition expérimentale et de la condition contrôle. En moyenne, la condition expérimentale a suscité davantage l'intérêt des élèves que la condition

contrôle. La moyenne de l'intérêt situationnel déclarée par les élèves pour l'EXP est de 4,89 (écart-type = 1,03) alors que pour le CON, elle est de 4,35 (écart-type = 1,18). Cette différence est statistiquement significative ($p_{\text{bilatéral}} = 0,000$) et la taille d'effet est moyenne (Cohen, 1988) (d de Cohen = 0,46).

Tableau 4.2

Statistiques descriptives et test-t pairé pour l'intérêt situationnel mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de tinkering et durant un cours normal.

Groupe	N	Moyenne	Écart-type	Moyenne erreur standard	t	ddl	Sig. (bilatéral)	d
CON	158	4,35	1,18	,09	5,043	157	,000	0,46
EXP	158	4,89	1,03	,08				

4.2.2 Les résultats qualitatifs de l'intérêt

Afin de documenter davantage l'intérêt généré par l'activité de *tinkering* auprès des élèves, les enseignants ont été rencontrés après l'activité pour un entretien. Parmi les cinq questions de base présentées à la section 3.3.2, l'une d'entre elles concernaient l'intérêt des élèves : « Selon vous, l'activité a-t-elle suscité l'intérêt de vos élèves ? ».

Lors des entretiens individuels, nous avons demandé aux enseignants si, selon eux, l'activité de *tinkering* avait suscité l'intérêt de leurs élèves. Tous ont exprimé que l'activité avait suscité leur intérêt (6/6). À cet effet, E6 mentionne que « les élèves ont eu du plaisir, c'était une activité stimulante qui a nécessairement suscité leur intérêt ». Dans le même ordre d'idées, E2 mentionne que « certains élèves l'ont mentionné lors de leur bilan de fin d'étape au bulletin ». De plus, E4 mentionne que « certains élèves sont restés après que la cloche ait sonné afin d'essayer leur conception avec un poids

beaucoup plus élevé que celui demandé dans le défi ». E5 affirme que « les élèves ont trouvé ça le *fun* ».

En résumé, on remarque que les résultats quantitatifs et qualitatifs convergent, puisque la moyenne de la condition expérimentale est supérieure à la moyenne de la condition contrôle et les enseignants estiment que l'activité de *tinkering* a suscité l'intérêt de leurs élèves.

4.2.3 L'interprétation des résultats quantitatifs et qualitatifs de l'intérêt

Après avoir présenté les résultats quantitatifs et qualitatifs de l'intérêt des élèves, la prochaine section en fera l'interprétation.

Les résultats obtenus mènent à penser que les élèves n'éprouvent pas le même intérêt à participer à une activité de *tinkering* qu'à participer à un cours habituel en classe de ST. Lorsque l'on a demandé aux élèves de se prononcer sur l'intérêt suscité suite à l'activité vécue, ils répondent de manière significativement plus positive à l'égard de l'activité de *tinkering*. De plus, tous les enseignants ont affirmé que l'activité de *tinkering* avait suscité l'intérêt de leurs élèves. Bien qu'il ne semble pas y avoir d'études ayant fait la comparaison entre l'intérêt généré par les activités de *tinkering* et un cours habituel en science et technologie, les résultats de cette recherche vont dans le même sens que ceux de Potvin et Hasni (2014) démontrant que les démarches d'enseignement-apprentissage qui comportent de l'investigation ou de la résolution de problèmes ainsi que des interventions de type *hands-on* ont un effet positif sur l'intérêt, la motivation et l'attitude. Les résultats vont aussi dans le même sens que ceux de Vongkulluksn *et al.* (2018) voulant qu'un cours de *design-based* en *makerspace* à l'école a le potentiel de déclencher l'intérêt des élèves du primaire

envers les STIM. Une importante conclusion de cette étude est que l'intérêt situationnel des élèves et l'auto-efficacité sont restés modérément élevés dans l'ensemble du semestre. De plus, de manière générale, les élèves avaient plus de réactions émotives positives envers les activités de *makerspace* que d'émotions négatives. D'autre part, le fait que l'intérêt situationnel ait été plus élevé durant l'activité de *tinkering* que lors du cours de ST pourrait également être dû à l'autonomie des élèves qui était plus grande dans ce type d'activité, comme l'ont démontré plusieurs études (Doppelt, 2009; Gerber *et al.*, 2012).

4.3 Les résultats et interprétations relatifs à la question de recherche : Quels sont les apprentissages (concepts scientifiques et technologiques ainsi que compétences) perçus lors d'une activité de *tinkering* durant un cours de sciences et technologie?

Dans la prochaine section, les données provenant de la mesure de la perception d'apprentissage sont analysées et comparées afin de déterminer s'il y a un effet marqué des activités de *tinkering* sur la perception d'apprentissage des élèves. La section se termine par l'interprétation des résultats sur la perception d'apprentissage ressenti lors de ces activités.

4.3.1 Les résultats quantitatifs de la perception d'apprentissage

Les données quantitatives sur la perception d'apprentissage des élèves ont été obtenues à partir du même questionnaire que l'intérêt situationnel. Parmi les 12 items du questionnaire, quatre étaient relatifs à la perception d'apprentissage. Le tableau 4.3 présente la comparaison des moyennes pour la perception d'apprentissage déclarée lors de la condition expérimentale et lors de la condition contrôle. En moyenne, les

élèves avaient l'impression d'avoir moins appris lors la condition expérimentale que lors la condition contrôle. La moyenne pour la perception d'apprentissage déclarée par les élèves pour l'EXP est de 3,70 (écart-type = 1,15) alors que pour le CON, elle est de 4,29 (écart-type = 1,19). Cette différence est statistiquement significative ($p_{\text{bilatéral}} = 0,000$) et la taille d'effet est moyenne (Cohen, 1988) (d de Cohen = - 0,50).

Tableau 4.3

Statistiques descriptives et test-t pour la perception d'apprentissage mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de tinkering et durant un cours normal.

Groupe	N	Moyenne	Écart-type	Moyenne erreur standard	t	ddl	Sig. (bilatéral)	d
CON	419	4,29	1,19	,06	7,388	851	,000	-
EXP	434	3,70	1,15	,05				0,50

Un test-t pairé a également été effectué, mais seulement sur une partie de l'échantillon. Le tableau 4.4 présente la comparaison des moyennes pour la perception d'apprentissage déclaré lors de la condition expérimentale et lors de la condition contrôle. En moyenne, les élèves avaient l'impression d'avoir moins appris lors de la condition expérimentale que lors de la condition contrôle. La moyenne pour la perception d'apprentissage déclarée par les élèves pour l'EXP est de 3,73 (écart-type = 1,19) alors que pour le CON, elle est de 4,52 (écart-type = 1,31). Cette différence est statistiquement significative ($p_{\text{bilatéral}} = 0,000$) et la taille d'effet est moyenne (Cohen, 1988) (d de Cohen = - 0,60).

Tableau 4.4

Statistiques descriptives et test-t pairé pour la perception d'apprentissage mesuré chez les élèves durant un cours avec une activité de tinkering et durant un cours normal

Groupe	N	Moyenne	Écart-type	Moyenne erreur standard	t	ddl	Sig. (bilatéral)	d
CON	179	4,52	1,31	,10	-6,644	178	,000	-
EXP	179	3,73	1,19	,09				0,60

4.3.2 Les résultats qualitatifs de la perception d'apprentissage

Lors des entretiens individuels, nous avons demandé aux enseignants si, selon eux, leurs élèves avaient retiré des apprentissages de l'activité de *tinkering*. La majorité d'entre eux ont rapporté que les élèves avaient retiré un ou des apprentissages de l'activité (4/6). Les apprentissages réalisés étaient davantage reliés aux habiletés, capacités, compétences et attitudes des élèves qu'aux concepts théoriques de sciences et technologie. E2 évoque que « [les élèves] peuvent apprendre de leurs erreurs et les modifier pour que cela devienne une réussite ». E6 pense « qu'ils ont appris à essayer des trucs et [à ne] pas avoir peur d'essayer des trucs. Y'avait pas de bonnes ou de mauvaises réponses nécessairement, on pouvait trouver une réponse avec une erreur donc y'avait ça qui était intéressant ». E4 affirme « qu'ils ont appris à coopérer parce que y'avait pas de protocole à suivre. Alors, les élèves devaient écouter ce que l'autre avait à dire et négocier ensemble pour parvenir à construire leur objet ». Selon E1, les élèves ont appris à « être débrouillards, réfléchis, ingénieux, astucieux ».

Les enseignants ont également indiqué que les élèves avaient travaillé la compétence 1 en sciences et technologie soit chercher des réponses ou des solutions à

des problèmes d'ordre scientifique ou technologique (Gouvernement du Québec, 2006) lors de l'activité de *tinkering* (5/6). E3 explique « qu'ils ont mis en pratique la compétence sans toutefois être experts après seulement une activité ».

Deux enseignants ont mentionné qu'il était difficile d'identifier les apprentissages effectués lors de l'activité de *tinkering*. E3 « ne sait pas jusqu'à quel point ils retiennent un certain apprentissage après ce genre d'activité, chose certaine il y a une certaine compétition qui s'installe entre chaque équipe, ce qui les amène à se surpasser ». Dans le même sens, E5 nous explique qu'il n'est « pas sûr que [les élèves] seraient capables de les identifier. Communiquer, prendre des risques, travail d'équipe, plein de choses qu'on a travaillées dans d'autres circonstances, dans des activités semblables ou non. Je ne suis pas sûr qu'ils ont ciblé un contexte en science. Je ne pense pas qu'ils ont retenu grand-chose à part que c'était le *fun* ».

Certains enseignants ont tout de même été en mesure d'identifier quelques concepts évoqués durant l'activité de *tinkering*. E4 mentionne que « [les élèves] ont appris le sens de [la] friction et la perception d'un poids lourd ». De façon identique, E6 explique « qu'il y a un réinvestissement de certains concepts, des concepts de frottement pour certains, de friction, de gravité ». E5 explique « qu'il n'est pas sûr que [ces élèves] ont ciblé un contexte en science. L'activité doit être contextualisée pour qu'on puisse l'analyser [avec] des concepts scientifiques; les machines simples, l'énergie avant ou après [l'activité] ».

En résumé, on remarque que les résultats quantitatifs et qualitatifs divergent, puisque la moyenne de la condition expérimentale est inférieure à la moyenne de la condition contrôle et la majorité des enseignants estiment que leurs élèves ont fait des apprentissages lors de l'activité de *tinkering*.

4.3.3 L'interprétation des résultats quantitatifs et qualitatifs de la perception d'apprentissage

Après avoir présenté les résultats quantitatifs et qualitatifs de la perception d'apprentissage des élèves, la prochaine section en fera l'interprétation.

Les résultats obtenus mènent à penser que les élèves n'ont pas la même perception à l'égard des apprentissages réalisés lors d'une activité de *tinkering* qu'à l'égard de ceux réalisés lors d'un cours habituel en classe de ST. Lorsque l'on a demandé aux élèves de se prononcer sur la perception d'apprentissage ressentie suite à l'activité vécue, ils répondent de manière significativement plus négative à l'égard de l'activité de *tinkering*. Cela peut être dû au fait que les élèves éprouvaient du plaisir et ne se rendaient pas compte qu'ils étaient en train de faire des apprentissages durant l'activité. Une étude sur l'apprentissage à l'aide du *game based* à l'université en génie civil a fait un constat similaire : les étudiants peuvent avoir l'impression qu'ils jouent, mais l'apprentissage se fait en même temps (Ebner et Holzinger, 2007).

Par ailleurs, les élèves peuvent éprouver de la difficulté à identifier leurs apprentissages ou les concepts théoriques impliqués dans une activité amusante lorsqu'il n'y a pas eu de contextualisation, ce qui leur laisse croire qu'ils ont moins appris lors de l'activité de *tinkering* que lors du cours habituel en ST. C'est entre autres ce qu'avait mentionné E5 lors de l'entrevue individuelle. La différence d'importance ou de valeur accordée à l'activité elle-même peut également jouer sur la perception d'apprentissage. En effet, les élèves semblent accorder plus d'importance ou de valeur à l'apprentissage de concepts qu'à l'apprentissage d'habiletés, de capacités, de compétences, ou même de méthode de travail et processus.

À ce sujet, les résultats d'une étude menée par Ferreira *et al.* (2019) sur la perception d'apprentissage chez les élèves du secondaire démontrent que celle-ci est définie selon différents facteurs :

Les résultats montrent que l'anatomie de l'apprentissage varie selon les expériences des élèves et que leurs perceptions d'apprentissage à l'école sont définies par la façon dont les élèves accordent de la signification à l'interaction avec les autres, leur relation avec le matériel, leur compréhension des actions pédagogiques et pratiques, et comment l'apprentissage est contextualisé dans le temps.³⁰

D'autre part, les résultats des entrevues avec les enseignants indiquent que les élèves ont fait des apprentissages lors de l'activité de *tinkering*. Bien que la majorité des apprentissages réalisés fût davantage de l'ordre des habiletés, capacités, compétences et attitudes des élèves qu'aux concepts théoriques de ST, des apprentissages ont été réalisés lors de cette activité. Dans le même ordre d'idées, une étude menée dans une école primaire publique aux États-Unis avec l'intégration du *making* dans le curriculum de science a démontré que les élèves avaient effectué des apprentissages suite à une semaine d'activités de *making* (Lu et Lien, 2019). Dans cette étude, les élèves ont été en mesure d'identifier leurs apprentissages. La majorité des items se référant aux apprentissages correspondait au thème du processus. C'est-à-dire que les élèves avaient effectué des apprentissages par rapport à la méthode utilisée pour réaliser l'activité. L'étude démontre également que les élèves ont réalisé des apprentissages quant à certains concepts.

³⁰ Traduction libre de : Results show that the anatomy of learning is varied in students' experiences and that their perceptions of learning in school are defined by the way students signify the interaction with others, their relation with materials, their understanding of the pedagogical actions and practices, and how learning is contextualized by time.

4.4 Les résultats et l'interprétation relatifs à la question de recherche : Quelles sont les perceptions et les réticences des enseignants de sciences et technologie quant à l'utilisation du *tinkering* en classe?

Dans la prochaine section, les données provenant des entrevues avec les enseignants sont analysées et afin de documenter les perceptions et réticences de ceux-ci quant à l'utilisation du *tinkering* en classe. L'interprétation de ces résultats conclut cette section.

4.4.1 Les résultats qualitatifs des perceptions et réticences des enseignants quant à l'utilisation du *tinkering* en classe

Afin de comprendre les perceptions et réticences des enseignants quant à l'usage d'activités de *tinkering* en cours de ST, nous leur avons posé une question à ce sujet, lors des entretiens individuels ; « Avez-vous des réticences quant à l'utilisation d'une telle activité en classe ? Si oui, quelles sont-elles? ».

Tout d'abord, tous les enseignants étaient en accord avec l'utilisation d'une telle activité en cours de ST (6/6). À cet effet, E1 est à l'affut des approches d'enseignement-apprentissage et mentionne « je suis toujours partante à tester une nouvelle approche ou technique d'enseignement ». À l'instar de E1, E5 n'a pas peur d'essayer des approches d'enseignement-apprentissage différentes chaque année. E5 est même enthousiaste de faire du *tinkering* en classe : « j'essaie plein d'affaires [...]. [Le *tinkering*] c'est quelque chose que je voulais faire depuis un bout de temps, peut-être un projet un peu plus long [que ce que les élèves ont vécu par contre] ». Pour sa part, E6 nous explique que ça peut être bénéfique d'utiliser le *tinkering* en classe : « ça vaut la peine de l'utiliser en classe, parce que ça amène les élèves dans une

posture complètement différente d'apprenant qui n'est pas une posture nécessairement transmissif-concept, mais plus une posture de *je peux avoir du plaisir* [au travers d'une activité], puis essayer des trucs, puis en retirer des informations, puis, ça, c'est quelque chose qui va faire en sorte qu'ils vont apprendre les trucs autres ou qu'ils vont leur donner un niveau de compétence qui va faire en sorte qu'ils auront pas besoin de tout le temps s'asseoir dans une classe pour avoir les infos ».

Malgré le fait que les enseignants aient apprécié l'activité de *tinkering* et qu'ils étaient en accord avec son utilisation en cours de ST, certains avaient des réticences quant à la réalisation de l'activité. Les réticences évoquées portaient sur la contextualisation de l'activité (2/6) ainsi que sur des difficultés de réalisation de celle-ci (5/6).

Pour certains enseignants, l'utilisation d'une activité de *tinkering* devait impliquer la contextualisation de celle-ci. À cet effet, E5 mentionne : « je n'ai pas de réticences quant à l'utilisation d'une activité de *tinkering*, mais l'activité doit être contextualisée. Faut absolument que je le réutilise parce que sinon, pour moi, c'est comme une période perdue. C'est sûr qu'ils vont avoir à redessiner ou à prendre la photo ou aller annoter la photo avec les formes d'énergies. C'est quand on va en parler qu'ils vont retrouver [les concepts] là-dedans. Si petit soit le travail, ils vont avoir quelque chose à faire ». En ce sens, E4 aurait aimé qu'il y ait une possibilité d'évaluer les élèves.

D'autre part, les connaissances antérieures des élèves sont également à considérer pour la réalisation des activités de *tinkering* puisque certains élèves peuvent éprouver des difficultés. À cet effet, E3 mentionne que « pour les élèves de secondaire 1, il leur aurait fallu un peu plus de connaissances sur l'utilité de la surface de contact entre le prototype et le vent. Plusieurs n'avaient pas en tête ce principe ou n'avaient pas l'idée du voilier. Un petit vidéo précédant l'activité sur des véhicules ou objets qui peuvent se déplacer avec le vent aurait été pertinent ».

De plus, le temps peut devenir un enjeu pour la réalisation d'activités de *tinkering*. À cet égard, E1 mentionne : « on ne peut pas faire cela toute l'année, c'est très demandant ». De manière semblable, E2 nous indique que « ce genre d'activité pédagogique demande plus de temps que certaines autres approches. Toutefois, cette approche peut devenir payante à long terme, car l'élève apprend de ses erreurs et développe aussi sa motivation et sa confiance en lui ».

La gestion de classe est également un élément important dans la réalisation de telles activités. E2 explique que « [les activités de *tinkering*] demande aussi une bonne gestion de la classe, car ça peut facilement devenir un peu bordélique comme ambiance de travail et aussi certains élèves peuvent facilement perdre leur temps ». Pour E6, la seule crainte quant à la réalisation d'une activité de *tinkering* est la sécurité en classe.

En résumé, tous les enseignants ont apprécié l'activité de *tinkering* et étaient en accord avec son utilisation en classe. Par contre, certains enseignants utiliseraient cette activité seulement si celle-ci avait été contextualisée avant ou après sa réalisation. Il semble également ressortir des entretiens que certains enseignants ont des craintes concernant la réalisation du *tinkering en classe* notamment quant à la gestion de classe, du temps et de la sécurité.

4.4.2 L'interprétation des résultats concernant les perceptions et réticences des enseignants quant à l'utilisation du *tinkering* en classe

Les résultats montrent que les enseignants ont une perception favorable à l'intégration du *tinkering* en cours de ST, mais ils éprouvent quelques craintes quant à la mise en œuvre de ce type d'activité. Ces résultats rejoignent ceux des études d'O'Brien *et al.* (2016) et de Paganelli *et al.* (2017) indiquant que les participants ont signalé une

perception favorable envers les activités de *tinkering*, mais ont eu du mal avec l'ouverture et la nature des résolutions de problème de ces activités ainsi qu'avec leur évaluation.

CHAPITRE 5

DISCUSSION

Dans ce chapitre, les résultats ainsi que le processus de recherche sont discutés. La discussion porte plus précisément sur les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel des élèves lors d'une période de *tinkering* ainsi que sur les facteurs qui ont possiblement influencé leur perception d'apprentissage lors de cette activité. Elle porte également sur les apports de cette recherche, sur ses limites et sur les pistes de recherche à venir.

5.1 Synthèse des résultats

Cette section porte sur les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel des élèves lors d'une période de *tinkering* ainsi que sur les facteurs qui ont possiblement influencé leur perception d'apprentissage lors de cette activité. Elle fait également le lien entre une activité amusante et la perception d'apprentissage des élèves.

5.1.1 Les facteurs qui influencent l'intérêt situationnel des élèves

Les résultats concernant l'intérêt situationnel des élèves lors de l'activité de *tinkering* ne sont pas surprenants, puisque les élèves ont pris plaisir à réaliser cette activité.

Malgré cela, il se peut que les élèves aient réalisé ce type d'activité pour la première fois, donc l'effet de nouveauté a pu influencer leur niveau d'intérêt situationnel. De plus, chacun des groupes n'a pas vécu l'activité de *tinkering* dans le local habituel du cours de ST, ils se sont déplacés soit au local de techno ou au Fab Lab de l'école. Il se peut également que le niveau de difficulté du problème fût très bien adapté. Aussi, une compétition s'est installée entre les équipes dans chacun des groupes au moment de l'activité, ce qui a pu influencer leur niveau d'intérêt.

5.1.2 Les facteurs qui influencent la perception d'apprentissage des élèves

Les élèves ont eu l'impression de moins apprendre lors de l'activité de *tinkering* que lors du cours habituel en ST. Il se peut que les élèves aient réellement moins appris. Il se peut également que les élèves aient de bons enseignants et qu'ils estiment qu'ils apprennent davantage lorsqu'ils ont un cours habituel avec eux. Il se peut également que l'instrument de mesure ne fût pas clair du point de vue de l'élève. L'un des items demandait à ces derniers s'ils avaient fait des apprentissages utiles lors de l'activité. Or, il est difficile d'établir ce que signifie pour eux un apprentissage utile. Il se peut également que les élèves aient une vision restrictive des apprentissages. C'est-à-dire que s'il ne s'agit pas d'apprentissages typiquement scolaires, ils ont l'impression de moins apprendre. Nous penchons davantage pour cette hypothèse pour expliquer les résultats obtenus.

5.1.3 Le lien entre une activité amusante et la perception d'apprentissage des élèves

Dans notre recherche, lorsque les élèves vivent une activité amusante, ils ont l'impression de moins apprendre. Pourtant plusieurs études démontrent que des

activités amusantes peuvent générer des apprentissages. La première étude est en lien avec le projet de recherche. Les chercheurs ont étudié les questions suivantes :

- RQ1: Qu'est-ce que les enfants perçoivent comme amusant dans une activité de *making* en contexte d'éducation formelle ?³¹
- RQ2: Quelle est la perception d'apprentissage des enfants lors d'une activité de *making* en contexte d'éducation formelle ?³²
- RQ3: Quelles sont les manifestations de plaisir lors d'une activité de *making* en contexte d'éducation formelle ?³³
- RQ4: Quelles sont les manifestations de l'apprentissage lors d'une activité de *making* en contexte d'éducation formelle ?³⁴

Les résultats ont démontré que 107 des 124 élèves participants ont mentionné qu'ils n'ont rien détesté dans les activités. Les élèves ont donc pris plaisir à faire les activités de *making*. Ils ont également fait des apprentissages (Chu *et al.*, 2017).

La deuxième étude se trouve dans le domaine de l'éducation des soins infirmiers. Celle-ci s'est intéressée à l'apprentissage par l'humour et par la réalisation d'activités amusantes. Cette étude a confirmé des résultats d'autres études, c'est-à-dire que le plaisir dans l'éducation doit être lié de manière significative au sujet pour offrir une expérience d'apprentissage utile (Baid et Lambert, 2010).

La troisième étude porte sur les thèmes de la neuroscience et de l'apprentissage. Cette dernière a été menée afin d'évaluer une exposition conçue pour aider les enfants et les

³¹ Traduction libre de : RQ1: What do children perceive as fun in Making in a formal educational context?

³² Traduction libre de : RQ2: What do children perceive that they learn through Making in a formal educational context?

³³ Traduction libre de : RQ3: What are the manifestations of fun during Making in a formal educational context?

³⁴ Traduction libre de : RQ4: What are the manifestations of learning during Making in a formal educational context?

adultes à en apprendre davantage sur le système nerveux à l'aide d'activités de *hands-on* engageantes et amusantes. Cette étude a démontré que dans l'ensemble, les enfants ont perçu les activités d'apprentissage comme étant amusantes et intéressantes et ils croient avoir appris après avoir visité les *stands* de cette exposition (Zardetto-Smith *et al.*, 2002).

La quatrième étude fut réalisée dans un environnement de travail. Elle a examiné l'influence d'activités amusantes ainsi que le soutien au gestionnaire sur l'apprentissage informel auprès de 206 gestionnaires. Les résultats montrent que les activités amusantes étaient significativement liées à l'apprentissage informel global (Tews *et al.*, 2017).

Il n'est donc pas déraisonnable de conclure que les activités amusantes peuvent, à certaines conditions, générer des apprentissages. À cet égard, les enseignants participants à cette recherche avaient été en mesure d'identifier les apprentissages que leurs élèves avaient réalisés lors de l'activité de *tinkering*. Par contre, la perception des élèves quant aux apprentissages réalisés lors d'une activité amusante peut être moindre en comparaison avec une activité plus typiquement scolaire. Jean-Philippe Ayotte-Beaudet a d'ailleurs pu observer ce phénomène avec ses recherches sur l'influence de l'apprentissage des sciences à l'extérieur de l'école sur le transfert de ceux-ci. Les élèves auraient l'impression de moins apprendre lorsqu'ils ont un cours à l'extérieur que lorsqu'ils ont un cours habituel en ST (Ayotte-Beaudet, sous presse). En somme, lorsque les élèves vivent une activité qui diffère de ce qu'ils ont l'habitude de vivre en classe, leur perception d'apprentissage change. Il est donc important que les enseignants annoncent le but d'apprentissage de l'activité afin que ceux-ci en réalisent les bienfaits potentiels.

5.2 Les apports de la recherche

Ce mémoire représente une avancée dans le domaine du *tinkering* en contexte formel et dans l'étude de l'intérêt des élèves pour les ST.

5.2.1 Les apports pour l'éducation

Les enseignants pourront utiliser le *tinkering* comme méthode d'enseignement-apprentissage puisqu'il a été démontré que les élèves retirent des apprentissages lors de cette activité et que celle-ci suscitait leur intérêt. Par contre, les enseignants devront prendre le temps d'expliquer aux élèves les apprentissages que ceux-ci feront à travers l'activité de *tinkering* puisque la perception des élèves quant à l'apprentissage lors de ce type d'activité est moindre que lors d'un cours traditionnel en ST. De plus, le *tinkering* serait une approche pertinente à utiliser pour le développement des compétences transversales.

5.2.2 Les apports pour l'étude du *tinkering* en contexte formel

Cette étude a contribué à l'avancement des connaissances dans le domaine du *tinkering* et *making*, car la majorité des recherches menées dans ce domaine se sont déroulées dans des contextes d'éducation non formelle comme des *makerspaces*, des musées et des bibliothèques. Lorsqu'on examine les documents de recherche portant sur l'éducation avec des activités de *tinkering* en contexte formel, peu d'articles ont été publiés au sujet de l'intérêt et de l'apprentissage des élèves. Le seul article qui a publié des résultats empiriques axés sur l'intérêt et l'apprentissage des élèves lors d'activités de *tinkering* est, à notre connaissance, celui de Chu et al. (2017). Dans cette recherche, Chu et al. se sont penchés sur l'intérêt des élèves par l'entremise du

facteur de « plaisir » à participer à l'activité ainsi que les apprentissages effectués lors de celle-ci auprès des élèves du primaire. Aucun article scientifique n'avait donc encore mis l'accent sur des données collectées auprès d'élèves du primaire ayant vécu des activités de *tinkering* lors de leurs périodes de ST à l'école. À notre connaissance, notre mémoire constitue actuellement un apport nouveau au monde des connaissances dans ce domaine d'études puisque le projet a collecté des données sur l'intérêt et l'apprentissage auprès d'élèves du secondaire.

5.3 Les limites de la recherche

Il existe plusieurs limites à cette recherche. Premièrement, du côté de l'échantillon des enseignants, il fut difficile d'obtenir un bon nombre d'enseignants volontaires pour la recherche. Nous convenons donc que l'échantillon de six enseignants de ST du secondaire ne permet pas de généraliser les résultats quant aux perceptions et réticences de ceux-ci à l'égard de l'utilisation d'activité de *tinkering* en classe à l'ensemble des enseignants de ST au Québec.

Deuxièmement, il n'y a pas eu de contrôle de certaines variables. Lors d'une prochaine recherche, nous pourrions prendre davantage d'informations sur chacun des participants afin de nous assurer que des variables confondantes ne viennent pas influencer les données. Pour ce faire, il serait pertinent par exemple de considérer les expériences préalables des élèves en *tinkering* ou activité similaire, les prédispositions initiales de leur enseignant et les messages que leur enseignant auraient pu leur adresser préalablement. Une comparaison entre les filles et les garçons pourrait également être explorée de même que l'intérêt individuel envers une activité de *tinkering*.

Troisièmement, les observations réalisées durant la recherche ont servi de mesure de contrôle afin de s'assurer que les activités vécues étaient bel et bien des activités de *tinkering*. Des observations plus systématiques auraient pu permettre d'obtenir des informations supplémentaires quant aux apprentissages réalisés lors de l'activité de *tinkering*.

Quatrièmement, les élèves ont rempli un questionnaire immédiatement après l'activité de *tinkering* ainsi que le cours traditionnel en ST afin de comparer l'apprentissage et l'intérêt éprouvé à l'égard de l'activité pendant ces deux périodes. Bien que l'étude ait su relever des apprentissages réalisés lors cette activité, ceux-ci étaient issus de la perception d'apprentissage des élèves ainsi que des entrevues réalisées avec les enseignants qui ont rapporté les apprentissages possibles et observés lors de cette activité. Des entrevues individuelles avec les élèves ou même un outil pouvant mesurer les apprentissages auraient pu permettre d'obtenir des informations plus précises quant aux apprentissages réalisés lors d'une activité de *tinkering* et quant à l'intérêt généré lors de celles-ci.

Cinquièmement, compte tenu de contraintes de temps et de logistique, les groupes participants n'ont vécu qu'une seule activité de *tinkering* lors de la collecte de données. Afin de mieux comprendre et mieux documenter les effets possibles d'une telle activité sur l'intérêt situationnel des élèves et leurs possibles apprentissages durant celle-ci, il aurait été pertinent d'explorer plus d'une activité de *tinkering*.

5.4 Les pistes de recherche à venir

Cette recherche visait à répondre aux questions suivantes :

1. Quel est le niveau d'intérêt que génère une activité de *tinkering* auprès d'élèves du secondaire durant un cours de sciences et technologie?

2. Quels sont les apprentissages (concepts scientifiques et technologique ainsi que les compétences) perçus lors d'une activité de *tinkering* durant un cours de sciences et technologie?
3. Quelles sont les perceptions et les réticences des enseignants de sciences et technologie quant à l'utilisation du *tinkering* en classe?

Les résultats que nous avons obtenus nous ont permis de répondre à nos questions tout en soulevant de nouvelles avenues sur lesquelles nous pencher. Nous souhaitons ainsi suggérer des pistes de recherche que nous considérons prioritaires pour l'avancement des connaissances dans le champ du *tinkering* en éducation formelle.

La présente étude a su mettre en lumière le type d'apprentissage qui pouvait être réalisé durant une activité de *tinkering*. Par contre, comme mentionné dans la section précédente, il reste un flou quant à la nature des apprentissages réalisés. Entre autres, nous n'avons pas été en mesure de démontrer clairement les apprentissages réalisés quant aux concepts scientifiques du PFÉQ. Il s'agit alors d'une avenue intéressante pour les chercheurs puisqu'à notre connaissance, aucune recherche n'a mis en lumière ce facteur.

Nous avons aussi mentionné qu'une des limites de cette recherche est qu'elle n'a pas permis de s'entretenir avec les élèves. Pour mieux comprendre les effets possibles d'une activité de *tinkering* sur l'intérêt situationnel des élèves et leurs possibles apprentissages dans les cours de ST, il semble donc primordial que de futures recherches collectent des données plus approfondies auprès des élèves.

Dans ce projet de recherche, nous avons également fait le choix de nous intéresser aux élèves du secondaire. Il serait pertinent d'étudier aussi le contexte de l'enseignement primaire dans le champ d'études sur le *tinkering* lors d'un cours de ST, tant du point de vue de l'intérêt que des apprentissages. De telles recherches

pourraient permettre, par exemple, de vérifier si l'intérêt situationnel lors d'une activité de *tinkering* ainsi que la perception des élèves sont les mêmes en enseignement des ST au primaire et en enseignement des ST au secondaire ou s'ils diffèrent, puisque la baisse de l'intérêt pour les ST s'accroît au fur et à mesure que l'apprenant progresse dans son parcours scolaire.

Il serait aussi pertinent de mieux tenir compte de l'effet de nouveauté dans les prochaines études portant sur les activités de *tinkering* en éducation formelle, puisque ce type d'activités est, à ce jour, une approche émergente dans les écoles.

CONCLUSION

Ce mémoire a exposé les problèmes et les défis relatifs à la mise en œuvre d'une activité de *tinkering* lors d'un cours de ST au secondaire. La problématique a fait ressortir les constats suivants : l'intérêt des élèves pour les cours des sciences joue un rôle très important dans les apprentissages, mais cet intérêt diminue dans l'avancement du parcours scolaire; les interventions pédagogiques qui impliquent des démarches d'investigation ou de résolution de problème ainsi que des interventions de type *hands-on* sont un moyen reconnu pour favoriser l'intérêt des élèves dans les cours de ST, mais le *tinkering*, une approche innovante qui s'inspire de ses types d'interventions, est peu utilisé à l'école. Pour contribuer à la résolution du problème de manque de connaissance au sujet de l'intégration du *tinkering* dans les cours de ST, nous avons posé les questions de recherche suivantes :

- Quel est le niveau d'intérêt que génère une activité de *tinkering* auprès d'élèves du secondaire durant un cours de sciences et technologie?
- Quels sont les apprentissages (concepts scientifiques et technologiques ainsi que compétences) perçus lors d'une activité de *tinkering* durant un cours de sciences et technologie?
- Quelles sont les perceptions et les réticences des enseignants de sciences et technologie quant à l'utilisation du *tinkering* en classe?

Six enseignants et 434 élèves ont participé au projet de recherche et ont vécu une activité de *tinkering* lors d'un cours de ST pendant l'année scolaire 2018-2019. Une méthodologie mixte a été utilisée afin de collecter des données qui ont été comparées afin d'exposer les convergences et les divergences dans les résultats. Ce projet a

permis d'établir que les élèves avaient un intérêt situationnel plus élevé lors d'une activité de *tinkering* que lors d'un cours habituel en ST. En ce qui concerne leurs apprentissages, les élèves ont eu l'impression de moins apprendre lors de l'activité de *tinkering* que lors du cours habituel. Par contre, ils ont réalisé plusieurs apprentissages. La majorité d'entre eux étaient de l'ordre des habiletés, capacités, compétences et attitudes, mais il y a eu également des apprentissages sur le plan de certains concepts théoriques de ST, notamment le frottement, la gravité, l'énergie et les machines simples. Enfin, les entretiens menés avec les enseignants ont pour leur part mis en évidence que les enseignants avaient tous apprécié l'activité de *tinkering* et étaient en accord avec son utilisation en classe, mais certains d'entre eux l'utiliseraient seulement si elle était contextualisée. Ils ont aussi évoqué quelques craintes quant à la réalisation du *tinkering* en classe notamment sur le plan de la gestion de classe, du temps alloué à ce type d'activité ainsi que de la sécurité des élèves.

Cette étude contribue au développement du champ d'études de recherche concernant l'intégration du *tinkering* en contexte d'éducation formelle plus précisément dans les cours de ST. Alors que ce mémoire a démontré que le *tinkering* pouvait influencer positivement l'intérêt des élèves lors d'un cours de ST et que les élèves réalisaient aussi des apprentissages pendant cette activité, il s'avère à présent pertinent de mieux comprendre la nature des apprentissages réalisés lors d'une ou de plusieurs activités de *tinkering*. Il serait, par exemple, intéressant de dresser le portrait des apprentissages relatif aux concepts de ST du PFÉQ ou même des compétences qui peuvent être acquis ou développés lors d'une activité de *tinkering*. De tels résultats permettraient de mieux comprendre comment les apprentissages réalisés à travers cette activité peuvent aider les élèves à réinvestir ceux-ci dans leur quotidien et les aider à consolider leurs connaissances en ST.

Enfin, nous espérons que les chercheurs auront trouvé des pistes de recherche afin d'explorer et de documenter davantage le champ d'études du *tinkering* en éducation formelle. Nous espérons aussi que les enseignants continueront d'offrir des environnements d'enseignement-apprentissage stimulants aux élèves, car « on n'oublie jamais ce que l'on apprend avec plaisir » !³⁵

³⁵ Traduction libre de : "What we learn with pleasure we never forget". *Alfred Mercier*

APPENDICE A

Lettre d'information et formulaire de consentement pour les enseignants



LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ENSEIGNANTS

Madame, Monsieur,

Nous sollicitons par la présente votre accord pour la réalisation de recueils de données dans votre classe pour le projet de recherche à la maîtrise qui s'intitule, *L'intégration du tinkering à l'école secondaire et ses effets sur l'intérêt et l'apprentissage*.

Objectifs du projet

Ce projet vise trois objectifs :

1. Comparer l'intérêt situationnel suscité par des activités de *tinkering* à celui que suscitent des périodes d'enseignement habituel.
2. Comparer l'apprentissage perçu par les élèves lors d'activités de *tinkering* à celui que les élèves perçoivent lors de périodes d'enseignement habituel.
3. Comprendre la nature des réticences que les enseignants évoquent à l'égard du *tinkering*.

Qu'est-ce que le *tinkering*?

Le *tinkering* implique de résoudre de manière satisfaisante un problème ou un défi à caractère scientifique dans le respect de certaines contraintes, en procédant entre autres par « essais et erreurs » et en mettant à profit sa créativité. Voici des exemples de défis qui peuvent être proposés : transporter un poids d'un côté à l'autre d'un bassin d'eau, créer une réaction en chaîne, protéger un objet lâché du haut d'une tour de largage, ou encore créer une structure lumineuse pour éclairer une chambre noire.

En quoi consiste la participation au projet?

La participation souhaitée de votre part consiste à réaliser une activité de *tinkering* lors d'une période de 75 minutes dans le cours de science et technologie. Les élèves devront répondre à un questionnaire immédiatement après l'activité afin de mesurer leur intérêt situationnel. Le temps requis pour remplir le questionnaire est d'environ 5 minutes. Les questionnaires seront remplis durant les heures normales de classe. Par la suite, un rendez-vous sera fixé avec vous afin d'effectuer une entrevue d'une trentaine de minutes. Il faudra également prévoir une seconde observation d'une période de 75 minutes en classe de science et technologie mais, cette fois-ci, il s'agira de piloter une activité habituelle. Les élèves devront à nouveau répondre au questionnaire d'intérêt situationnel immédiatement après l'activité. Les observations seront réalisées par l'étudiante à la maîtrise.

Il n'y a pas de risques ou d'inconvénients prévisibles associés à cette participation. Le seul inconvénient est le temps consacré à la réponse au questionnaire.

Qu'est-ce que l'équipe de recherche fera avec les données recueillies?

Pour éviter votre identification comme personne participante à cette recherche, les données recueillies dans le cadre de ce projet seront traitées de manière **entièrement confidentielle**. Afin de préserver votre anonymat, un code remplacera votre nom ainsi que le nom des élèves dans tous les documents d'analyse de données et dans les rapports de recherche. En outre, votre nom ou toute autre donnée pouvant identifier les enfants ou identifier l'école ne paraîtront en aucun cas lors de la diffusion des résultats. Cette diffusion se fera dans le cadre de la production scientifique habituelle : mémoires de l'étudiante participant au projet, articles, rapports, communications, présentation des résultats aux établissements ou organismes partenaires, etc.

Les données recueillies seront conservées sous clé à l'UQAM. Les seules personnes qui y auront accès sont les chercheurs, les professionnels de recherche et les assistants de recherche, lesquels seront bien informés des règles éthiques en vigueur.

Les données seront détruites au plus tard cinq ans après la fin de la recherche, une fois que les analyses seront terminées et les rapports de recherche produits, soit en 2023. Elles ne seront pas utilisées à d'autres fins que celles décrites dans le présent document.

Est-il obligatoire de participer?

Non. La participation à ce projet se fait sur une base volontaire. Vous êtes totalement **libre de participer ou non à cette étude**, de refuser de répondre à certaines questions ou de vous retirer en tout temps sans préjudice et sans avoir à fournir d'explications.

Y a-t-il des risques, inconvénients ou bénéfices?

Au-delà des inconvénients mentionnés jusqu'ici (le temps consacré aux questionnaires) il n'y a pas de risques particuliers et prévisibles associés à ce projet. La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'intérêt des élèves pour les sciences et technologies ainsi que le développement d'une compréhension de l'effet de l'intégration du *tinkering* à l'école secondaire sont les bénéfices prévus.

Aucune compensation d'ordre monétaire n'est accordée aux personnes qui participent à ce projet.

Que faire si j'ai des questions concernant le projet?

Si vous avez des questions ou commentaires concernant ce projet, n'hésitez pas à communiquer avec la chercheuse principale ou le directeur de maîtrise aux coordonnées indiquées ci-dessous.

Caroline Massé Étudiante à la maîtrise Département de didactique Université du Québec à Montréal (UQÀM) CP8888, Succ. Centre-Ville Montréal, Qc, Canada H3C 3P8 Téléphone : 514-802-3514 Courriel : masse.caroline.3@courrier.uqam.ca	Patrice Potvin Professeur Département de didactique Université du Québec à Montréal (UQÀM) CP8888, Succ. Centre-Ville Montréal, Qc, Canada H3C 3P8 Téléphone : 514 987-3000, poste 1290 Fax: (514) 987-4608 Courriel : potvin.patrice@uqam.ca
---	---

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ENSEIGNANTS

J'ai lu et compris le document d'information au sujet du projet de recherche à la maîtrise, *L'intégration du tinkering à l'école secondaire et ses effets sur l'intérêt et l'apprentissage*. J'ai compris les conditions et les bienfaits de ma participation. J'ai obtenu des réponses aux questions que je me posais au sujet de ce projet. J'accepte librement de participer à ce projet :

Je consens à participer à ce projet de recherche aux conditions qui y sont énoncées

oui ☐ non ☐

J'accepte que l'entrevue soit enregistrée sur bande audio.

oui ☐ non ☐

Nom de l'enseignant _____

Signature:

Nom :

Date :

Ce projet a été revu et approuvé par le comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants de la Faculté des sciences et de la Faculté des sciences de l'éducation de l'UQAM.

Cette démarche vise à assurer la protection des participantes et participants. Si vous avez des questions sur les aspects éthiques de ce projet (consentement à participer, confidentialité, etc.), n'hésitez pas à communiquer avec Mme Marie Nadeau, présidente de ce comité à l'UQAM (514- 987-3000 poste 4676; nadeau.marie@uqam.ca)

APPENDICE B

Lettre d'information et formulaire de consentement pour les parents et enfants



LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES PARENTS ET ENFANTS

Madame, Monsieur,

Nous sollicitons par la présente votre accord pour la réalisation de recueils de données dans la classe de votre enfant pour le projet de recherche à la maîtrise qui s'intitule, *L'intégration du tinkering à l'école secondaire et ses effets sur l'intérêt et l'apprentissage*.

Objectifs du projet

Ce projet vise trois objectifs :

1. Comparer l'intérêt situationnel suscité par des activités de *tinkering* à celui que suscitent des périodes d'enseignement habituel.
2. Comparer l'apprentissage perçu par les élèves lors d'activités de *tinkering* à celui que les élèves perçoivent lors de périodes d'enseignement habituel.
3. Comprendre la nature des réticences que les enseignants évoquent à l'égard du *tinkering*.

Qu'est-ce que le *tinkering*?

Le *tinkering* implique de résoudre de manière satisfaisante un problème ou un défi à caractère scientifique dans le respect de certaines contraintes, en procédant entre autres par « essais et erreurs » et en mettant à profit sa créativité. Voici des exemples de défis qui peuvent être proposés : transporter un poids d'un côté à l'autre d'un bassin d'eau, créer une réaction en chaîne, protéger un objet lâché du haut d'une tour de l'argage, ou encore créer une structure lumineuse pour éclairer une chambre noire.

En quoi consiste la participation au projet?

La participation pour laquelle nous sollicitons votre accord pour l'année 2018-2019 consiste à :

Permettre à votre enfant de répondre éventuellement à deux questionnaires sur l'intérêt et l'apprentissage des sciences et technologie à l'égard de cette discipline. Le temps requis pour remplir le questionnaire est d'environ 5 minutes. Les questionnaires seront remplis durant les heures normales de classe.

Les élèves vont réaliser une activité de *tinkering* lors d'une période de 75 minutes dans le cours de sciences et technologie. Immédiatement après cette activité, ils devront répondre à un questionnaire afin de mesurer leur intérêt situationnel. Il y aura une seconde observation d'une période de 75 minutes en classe de sciences et technologie, mais cette fois-ci, ce sera lors d'une activité habituelle. Les élèves devront à nouveau répondre au questionnaire d'intérêt situationnel immédiatement après l'activité.

Il n'y a pas de risques ou d'inconvénients prévisibles associés à cette participation. Le seul inconvénient est le temps consacré à la réponse au questionnaire.

Qu'est-ce que l'équipe de recherche fera avec les données recueillies?

Pour éviter votre identification comme personne participante à cette recherche, les données recueillies dans le cadre de ce projet seront traitées de manière **entièrement confidentielle**. Afin de préserver l'anonymat, un code remplacera le nom de chacune d'elle dans tous les documents d'analyse de données et dans les rapports de recherche. En outre, votre nom ou toute autre donnée pouvant identifier les enfants ou identifier l'école ne paraîtront en aucun cas lors de la diffusion des résultats. Cette diffusion se fera dans le cadre de la production scientifique habituelle : mémoires de l'étudiante participant au projet, articles, rapports, communications, présentation des résultats aux établissements ou organismes partenaires, etc.

Les données recueillies seront conservées sous clé à l'UQAM. Les seules personnes qui y auront accès sont les chercheurs, les professionnels de recherche et les assistants de recherche, lesquels seront bien informés des règles éthiques en vigueur.

Les données seront détruites au plus tard cinq ans après la fin de la recherche, une fois que les analyses seront terminées et les rapports de recherche produits, soit en 2023. Elles ne seront pas utilisées à d'autres fins que celles décrites dans le présent document.

Est-il obligatoire de participer?

Non. La participation à ce projet se fait sur une base volontaire. Votre enfant est totalement **libre de participer ou non à cette étude**. Vous êtes également libre d'accepter ou non que votre enfant participe ou de vous retirer en tout temps sans avoir à justifier votre décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit. La décision de participer ou non à cette étude n'affectera en rien les enseignements reçus. Les enfants qui ne participeront pas à l'étude feront les mêmes tâches que les autres, c'est-à-dire qu'ils réaliseront aussi une activité de *tinkering* et une activité régulière en classe, cependant ils ne seront pas observés et ne répondront pas aux questionnaires.

Y a-t-il des risques, inconvénients ou bénéfices?

Au-delà des inconvénients mentionnés plus tôt (le temps consacré aux questionnaires) il n'y a pas de risques particuliers et prévisibles associés à ce projet. La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'intérêt des élèves pour les ST ainsi que le développement d'une compréhension de l'effet de l'intégration du *tinkering* à l'école secondaire sont les bénéfices prévus.

Aucune compensation d'ordre monétaire n'est accordée aux personnes qui participent à ce projet.

Que faire si j'ai des questions concernant le projet?

Si vous avez des questions ou commentaires concernant ce projet, n'hésitez pas à communiquer avec la chercheuse principale ou le directeur de maîtrise aux coordonnées indiquées ci-dessous.

Caroline Massé Étudiante à la maîtrise Département de didactique Université du Québec à Montréal (UQÀM) CP8888, Succ. Centre-Ville Montréal, Qc, Canada H3C 3P8 Téléphone : 514-802-3514 Courriel : masse.caroline.3@courrier.uqam.ca	Patrice Potvin Professeur Département de didactique Université du Québec à Montréal (UQÀM) CP8888, Succ. Centre-Ville Montréal, Qc, Canada H3C 3P8 Téléphone : 514 987-3000, poste 1290 Fax: (514) 987-4608 Courriel : potvin.patrice@uqam.ca
---	---

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES PARENTS

J'ai lu et compris le document d'information au sujet du projet de recherche à la maîtrise, *L'intégration du tinkering à l'école secondaire et ses effets sur l'intérêt et l'apprentissage*. J'ai compris les conditions et les bienfaits de ma participation. J'ai obtenu des réponses aux questions que je me posais au sujet de ce projet. J'accepte librement de participer à ce projet :

J'accepte que mon enfant réponde aux questionnaires sur l'intérêt situationnel suite aux deux activités vécues en classe.

oui ☐ non ☐

Nom de l'élève _____

Signature du parent ou tuteur :

Nom :

Date :

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES ENFANTS

J'ai lu et compris le document d'information au sujet du projet de recherche à la maîtrise, *L'intégration du tinkering à l'école secondaire et ses effets sur l'intérêt et l'apprentissage*. J'ai compris les conditions et les bienfaits de ma participation. J'ai obtenu des réponses aux questions que je me posais au sujet de ce projet. J'accepte librement de participer à ce projet :

J'accepte de répondre aux questionnaires sur l'intérêt situationnel suite aux deux activités vécues en classe.

oui ☐ non ☐

Nom de l'élève _____

Signature:

Nom :

Date :

S.V.P. Complétez, signez, détachez et remettez cette feuille à l'enseignant de votre enfant.

Conservez la première feuille (3 premières pages) pour vos dossiers.

Ce projet a été revu et approuvé par le comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants de la Faculté des sciences et de la Faculté des sciences de l'éducation de l'UQAM.

Cette démarche vise à assurer la protection des participantes et participants. Si vous avez des questions sur les aspects éthiques de ce projet (consentement à participer, confidentialité, etc.), n'hésitez pas à communiquer avec Mme Marie Nadeau, présidente de ce comité à l'UQAM (514- 987-3000 poste 4676; nadeau.marie@uqam.ca)

APPENDICE C

Certificat d'approbation éthique

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains (CERPE 3: sciences et sciences de l'éducation) a examiné le projet de recherche suivant et le juge conforme aux pratiques habituelles ainsi qu'aux normes établies par la *Politique No 54 sur l'éthique de la recherche avec des êtres humains* (Janvier 2016) de l'UQAM.

Titre du projet:	L'INTÉGRATION DU TINKERING À L'ÉCOLE SECONDAIRE ET SES EFFETS SUR L'INTÉRÊT ET L'APPRENTISSAGE
Nom de l'étudiant:	Caroline MASSÉ
Programme d'études:	Maîtrise en éducation (concentration didactique)
Direction de recherche:	Patrice POTVIN

Modalités d'application

Toute modification au protocole de recherche en cours de même que tout événement ou renseignement pouvant affecter l'intégrité de la recherche doivent être communiqués rapidement au comité.

La suspension ou la cessation du protocole, temporaire ou définitive, doit être communiquée au comité dans les meilleurs délais.

Le présent certificat est valide pour une durée d'un an à partir de la date d'émission. Au terme de ce délai, un rapport d'avancement de projet doit être soumis au comité, en guise de rapport final si le projet est réalisé en moins d'un an, et en guise de rapport annuel pour le projet se poursuivant sur plus d'une année. Dans ce dernier cas, le rapport annuel permettra au comité de se prononcer sur le renouvellement du certificat d'approbation éthique.

Marie Nadeau R.A.

Marie Nadeau
Marie Nadeau
Présidente du CERPE 3 : Faculté des sciences, faculté des sciences de l'éducation
Professeure, Département didactique des langues

RÉFÉRENCES

- Akinbobola, A. O. (2009). Enhancing students' attitude towards Nigerian senior secondary school physics through the use of cooperative, competitive and individualistic learning strategies. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 34(1), 1.
- Allaire-Duquette, G. (2013). L'utilisation de contextes associés au corps humain pour susciter l'intérêt des étudiantes en physique mécanique: une étude de l'engagement émotionnel. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Amgen Canada et Parlons sciences. (2012). *Pleins feux sur l'apprentissage des sciences: une référence sur le talent canadien*. Canada
- Ayotte-Beaudet, J.-P. (2018). *L'intérêt des élèves du premier cycle du secondaire lors des périodes d'enseignement des sciences à l'extérieur et à proximité de l'école*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Baid, H. et Lambert, N. (2010). Enjoyable learning: the role of humour, games, and fun activities in nursing and midwifery education. *Nurse Education Today*, 30(6), 548-552.
- Baker. (2013). *The Importance of Afterschool Programs in Education Reform Worldwide: Making It Essential in America*. Récupéré de <http://www.expandinglearning.org/expandingminds/article/importance-afterschool-programs-education-reform-worldwide-making-it>
- Baker, D. R., Wood, L., Corkins, J. et Krause, S. (2015, 2015). Tinkering and Technical Self-Efficacy of Engineering Students at the Community College. *Community College Journal of Research and Practice*, 39(6), 555-567.

- Banzi, M. (2011). *Getting started with Arduino*. " O'Reilly Media, Inc."
- Belletête, V. (2015). *Description de l'intérêt situationnel d'élèves du secondaire dans le contexte de mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique en classe*. Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke.
- Bernet, E. (2010). Engagement affectif, comportemental et cognitif des élèves du primaire dans un contexte pédagogique d'intégration des TIC: une étude multicas en milieux défavorisés. Thèse de doctorat. Université de Montréal, Montréal.
- Bevan, B. (2017). The promise and the promises of Making in science education. *Studies in Science Education*, 53(1), 75-103.
- Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M. et Wilkinson, K. (2015, January 2015). Learning through STEM-Rich Tinkering: Findings from a Jointly Negotiated Research Project Taken up in Practice. *Science Education*, 99(1), 98-120.
- Bevan, B., Petrich, M. et Wilkinson, K. (2014). TINKERING Is Serious PLAY. *Educational Leadership*, 72(4), 28-33.
- Biggs, J. B. (1985). The role of metalearning in study processes. *British Journal of Educational Psychology*, 55(3), 185-212.
- Biggs, J. B. (1989). Approaches to the enhancement of tertiary teaching. *Higher Education Research and Development*, 8(1), 7-25.
- Blikstein, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education.
- Branwyn, G. (2015). *Looking Back at the Launch of the Maker Movement: The First Maker Faire*. Récupéré de <http://makezine.com/2015/04/16/looking-back-launch-maker-movement-first-maker-faire/>
- Chávez, V. et Soep, E. (2005). Youth radio and the pedagogy of collegiality. *Harvard Educational Review*, 75(4), 409-434.

- Chen, A. et Darst, P. W. (2001, 06/). Situational interest in physical education: a function of learning task design. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 72(2), 150-164.
- Chu, S. L., Angello, G., Saenz, M. et Quek, F. (2017). Fun in Making: Understanding the experience of fun and learning through curriculum-based Making in the elementary school classroom. *Entertainment Computing*, 18, 31-40.
- Chu, S. L., Quek, F., Bhangaonkar, S., Ging, A. B. et Sridharamurthy, K. (2015). Making the Maker: A Means-to-an-Ends approach to nurturing the Maker mindset in elementary-aged children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 11-19. doi: 10.1016/j.ijcci.2015.08.002
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (0805802835).
- Cohen, J. (2017). Maker principles and technologies in teacher education: A national survey. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(1), 5-30.
- Conseil de la Science et la Technologie. (2002). *La culture scientifique et technique au Québec: Bilan* Récupéré de <http://www.sciencepour tous.qc.ca/wp-content/uploads/2012/06/CSTBilan2002.pdf>
- Conseil des sciences de la technologie et de l'innovation. (2012). *L'état des lieux en 2012, Le système des sciences, de la technologie et de l'innovation au Canada: Aspirer au leadership mondial*. Récupéré de [http://www.stic-csti.ca/eic/site/stic-csti.nsf/vwapj/L_etat_des_lieux_en_2012-16_mai-fra.pdf/\\$file/L_etat_des_lieux_en_2012-16_mai-fra.pdf](http://www.stic-csti.ca/eic/site/stic-csti.nsf/vwapj/L_etat_des_lieux_en_2012-16_mai-fra.pdf/$file/L_etat_des_lieux_en_2012-16_mai-fra.pdf)
- Cooley, W. W. et Reed, H. B. (1961). The measurement of science interests: An operational and multidimensional approach. *Science Education*, 45(4), 320-326.
- Dec, J. (2014). *Fab Lab brings out the inner designer in students*. Récupéré de <http://www.nais.org/Magazines-Newsletters/ISMagazine/Pages/Fab-Lab-brings-out-the-inner-designer-in-students.aspx>

- Dictionnaire Merriam-Webster. (1828-). *Dictionnaire Merriam-Webster*. Récupéré de <http://www.merriam-webster.com/>
- DiGiacomo, D. K. et Gutiérrez, K. D. (2015). Relational equity as a design tool within making and tinkering activities. *Mind, Culture, and Activity*, 1-15.
- Dohn, N. B. (2011, 03/01/). Situational Interest of High School Students Who Visit an Aquarium. *Science Education*, 95(2), 337-357.
- Dohn, N. B. (2013, 09/). Situational Interest in Engineering Design Activities. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2057-2078. doi: 10.1080/09500693.2012.757670
- Doppelt, Y. (2009, 03/). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology & Design Education*, 19(1), 55-65. doi: 10.1007/s10798-006-9008-y
- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*, 7-11.
- Ebner, M. et Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education*, 49(3), 873-890.
- Ferreira, J. M., Soini, T., Kupiainen, R. et Salum, A. C. (2019). What is learning for secondary-school students? Students' perceptions examined in Brazil and Finland. *Social Psychology of Education*, 1-24.
- Fortin, M.-F. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives* (2e éd.. éd.). Montréal : Montréal : Chenelière Éducation.
- Gardner, P. L. (1996). The dimensionality of attitude scales: a widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18(8), 913-919.

- Gaudreau, L. (2011). *Guide pratique pour créer et évaluer une recherche scientifique en éducation*. Montréal : Guérin.
- Gerber, E. M., Olson, J. M. et Komarek, R. L. D. (2012, 04//). Extracurricular Design-Based Learning: Preparing Students for Careers in Innovation. *International Journal of Engineering Education*, 28(2), 317-324.
- Glowinski, I. et Bayrhuber, H. (2011, 10/01/). Student Labs on a University Campus as a Type of Out-of-School Learning Environment: Assessing the Potential to Promote Students' Interest in Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(4), 371-392.
- Gouvernement du Québec. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Grant, O. (2014). Penser avec ses mains ou la philosophie du tinkering. *Congrès annuel AESTQ*.
- Gutwill, Hido et Sindorf. (2014). An evidence-based framework for observing learning during tinkering activities. *Under review*.
- Gutwill, Hido et Sindorf. (2015). Research to Practice: Observing Learning in Tinkering Activities. *Curator: The Museum Journal*, 58(2), 151-168. doi: 10.1111/cura.12105
- Halverson, E. R. et Sheridan, K. M. (2014, Winter). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504, 563, 565.
- Harel, I. et Papert, S. (1991). *Constructionism* . Ablex Publishing.
- Harvey, R. L. (2010). *An Examination of Student Situational Interest and Contextual Variable Preference in Physical Education*. University of South Carolina, États-Unis.

- Hasni et Potvin. (2015a). L'intérêt pour les sciences et la technologie à l'école-résultats d'une enquête auprès d'élèves du primaire et du secondaire au Québec. 142.
- Hasni et Potvin. (2015b). Student's Interest in Science and Technology and its Relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(3), 337-366.
- Hidi, S. (1990). Interest and Its Contribution as a Mental Resource for Learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571.
- Hidi, S. et Baird, W. (1986). Interestingness—A neglected variable in discourse processing. *Cognitive Science*, 10(2), 179-194.
- Hidi, S. et Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127.
- Honey, M. et Kanter, D. E. (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge.
- Horvath, J. et Cameron, R. (2015). *The New Shop Class*. Springer.
- Jane, B. (2006, June 2006). Online Reflections about Tinkering in Early Childhood: A Socio-Cultural Analysis. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1), 14.
- Jeffery, A., Grant, S. et Gregory, H. M. (2011). Multi-user virtual environments for international classroom collaboration: Practical approaches for teaching and learning in Second Life. *Teaching arts and science with the new social media*, 189-210.
- Jones, Chittum, J. R., Akalin, S., B Schram, A., Fink, J., Schnittka, C., . . . Brandt, C. (2015). Elements of Design-Based Science Activities That Affect Students' Motivation. *School Science and Mathematics*, 115(8), 404-415.

- Jones, WM., Smith, S. et Cohen, J. (2017). Preservice Teachers' Beliefs About Using Maker Activities in Formal K–12 Educational Settings: A Multi-Institutional Study. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-15.
- Kapur, M. (2008). Productive failure. *Cognition and instruction*, 26(3), 379-424.
- Knogler, M. m. k. t. d., Harackiewicz, J. M., Gegenfurtner, A. et Lewalter, D. (2015, 10//). How situational is situational interest? Investigating the longitudinal structure of situational interest. *Contemporary Educational Psychology*, 43, 39-50. doi: 10.1016/j.cedpsych.2015.08.004
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383-409.
- Krapp, A. (2007, 01//). An educational–psychological conceptualisation of interest. *International Journal for Educational & Vocational Guidance*, 7(1), 5-21. doi: 10.1007/s10775-007-9113-9
- Krapp, A. et Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.
- Kurti, R. S., Kurti, D. et Fleming, L. (2014). Practical Implementation of an Educational Makerspace. *Teacher Librarian*, 42(2), 20.
- Leachman, M., Albares, N., Masterson, K. et Wallace, M. (2016). Most states have cut school funding, and some continue cutting. *Center on Budget and Policy Priorities*, 4.
- Lévi-Strauss, C. (1962). *La pensée sauvage* (vol. 289) Plon Paris.
- Lin, H.-s., Hong, Z.-R. et Chen, Y.-C. (2013, 01/01/). Exploring the Development of College Students' Situational Interest in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2152-2173.

- Linnenbrink-Garcia, L., Durik, A. M., Conley, A. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Karabenick, S. A. et Harackiewicz, J. M. (2010). Measuring situational interest in academic domains. *Educational and Psychological Measurement*, 70 (4), 647-671.
- Lizzio, A., Wilson, K. et Simons, R. (2002). University students' perceptions of the learning environment and academic outcomes: implications for theory and practice. *Studies in Higher Education*, 27(1), 27-52.
- Loukomies, A., Juuti, K. et Lavonen, J. (2015). Investigating Situational Interest in Primary Science Lessons. *International Journal of Science Education*, 37(18), 3015-3037. doi: 10.1080/09500693.2015.1119909
- Lu, Y.-L. et Lien, C.-J. (2019). Are They Learning or Playing? Students' Perception Traits and Their Learning Self-Efficacy in a Game-Based Learning Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 0735633118820684.
- Martin, L. (2015a, 2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 10.
- Martin, L. (2015b). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 4.
- Martinez, S. L. et Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom* Constructing modern knowledge press.
- Marton, F. et Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning—ii Outcome as a function of the learner's conception of the task. *British journal of educational psychology*, 46(2), 115-127.
- Matis, K. L. (2013). *Using electronic reading devices to gauge student situational interest in reading: A quantitative study with ninth-grade language arts students*. Indiana University of Pennsylvania.

- MIT Media Laboratory. (2000). *The PIE-Network Promoting Science Inquiry and Engineering through Playful Invention and Exploration with New Digital Technologies*. Récupéré de <https://llk.media.mit.edu/papers/pie/>
- Mitchell, M. (1993, 09/01/). Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424-436.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric theory*, 2. New York : McGraw-Hill.
- O'Brien, S., Hansen, A. K. et Harlow, D. B. (2016). Educating Teachers for the Maker Movement: Pre-service Teachers' Experiences Facilitating Maker Activities.
- Oliver, K. M. (2016). Professional Development Considerations for Makerspace Leaders, Part Two: Addressing "How?". *TechTrends*, 60(3), 211-217. doi: 10.1007/s11528-016-0050-7
- Osborne, J., Simon, S. et Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Paganelli, A., Cribbs, J. D., Silvie Huang, X., Pereira, N., Huss, J., Chandler, W. et Paganelli, A. (2017). The makerspace experience and teacher professional development. *Professional Development in Education*, 43(2), 232-235.
- Palmer, D. H. (2009, 02/01/). Student Interest Generated During an Inquiry Skills Lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165.
- Parsons, S. (1990). The development of a model of tinkering: a study of children's science. *Retrospective Theses and Dissertations, 1919-2007*.
- Perez, V., Rosenblum, J. et Richardson, K. (2017). Literature Review: Making and Tinkering as an Educational Tool.

- Petrich, M., Wilkinson, K. et Bevan, B. (2013). It looks like fun, but are they learning? *Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators*, 50.
- Piaget, J. (1973). To understand is to invent: The future of education.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014a). Analysis of the decline in interest towards school science and technology from grades 5 through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 784-802.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014b). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129.
- Ramsden, P. (1991). A performance indicator of teaching quality in higher education: The Course Experience Questionnaire. *Studies in higher education*, 16(2), 129-150.
- Renninger, K. (2000). Individual interest and its implications for understanding intrinsic motivation.
- Renninger, K. A. et Hidi, S. (2011). Revisiting the Conceptualization, Measurement, and Generation of Interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168-184. doi: 10.1080/00461520.2011.587723
- Resnick, M. et Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkability. *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*, 163-181.
- Rheinberg, F. (2008). *Intrinsic motivation and flow* (vol. 9780521852593). doi: 10.1017/CBO9780511499821.014
- Roure, C., Pasco, D., Pope, Z. et Gao, Z. (2015). High school students' situational interest and physical activity levels in exergaming. *Physical Activity Behaviors and Determinants in Children and Adolescents (in press)*. New York, NJ: Nova Science Publishers.

- Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. Dans K. R. Wenzel et A. Wigfield (Dir.), *Handbook of motivation at school* (p.197-222). New York : Talor & Francis Group.
- Schmidt, J. A., Shumow, L. et Zaleski, D. (2012). *Multiple perspectives on student motivation, learning, and engagement in high school biology labs. High School Journal*, 93(3), 232-252.
- Schön, S., Ebner, M. et Kumar, S. (2014). The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. *eLearning Papers, eLearning Papers Special edition*, 86-100.
- Sheridan, K. M., Halverson, E. R., Litts, B. K., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L. et Owens, T. (2014, 12/01/). Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4), 505-531.
- Simpson, A., Burris, A. et Maltese, A. (2017). Youth's Engagement as Scientists and Engineers in an Afterschool Making and Tinkering Program. *Research in Science Education*, 1-22.
- Slatter, D. et Howard, Z. (2013). A place to make, hack, and learn: makerspaces in Australian public libraries. *The Australian Library Journal*, 62(4), 272-284.
- Smail, B., Whyte, J. et Kelly, A. (1982). Girls into Science and Technology: The First Two Years. *School Science Review*, 63(225), 620-630.
- Sun, H., Chen, A., Ennis, C., Martin, R. et Shen, B. (2008, 03/01/). An Examination of the Multidimensionality of Situational Interest in Elementary School Physical Education. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(1), 62-70.
- Tapola, A., Veermans, M. et Niemivirta, M. (2013, 11/01/). Predictors and Outcomes of Situational Interest during a Science Learning Task. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 41(6), 1047-1064.

- Tews, M. J., Michel, J. W. et Noe, R. A. (2017). Does fun promote learning? The relationship between fun in the workplace and informal learning. *Journal of Vocational Behavior*, 98, 46-55.
- Thomas, P. et Bain, J. (1984). Contextual Dependence of Learning Approaches. *Human learning*, 3, 230-242.
- Vainikainen, M.-P., Salmia, H. et Thuneberg, H. (2015). Situational Interest and Learning in a Science Center Mathematics Exhibition. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 48-64.
- Van der Maren, J.-M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation* De Boeck Supérieur.
- Varela, M. E. (2016). Hacking and Rehearsing: Experiments in Creative Tinkering. *New Theatre Quarterly*, 32(1), 68-77. doi: 10.1017/S0266464X15000871
- Venturini, P. (2004). Note de synthèse-Attitudes des élèves envers les sciences: le point des recherches. *Revue française de pédagogie*, (149), 97-121.
- Vongkulluksn, V., Matewos, A., Sinatra, G. et Marsh, J. (2018). *Motivational factors in makerspaces: a mixed methods study of elementary school students' situational interest, self-efficacy, and achievement emotions* (vol. 5). doi: 10.1186/s40594-018-0129-0
- Vossoughi, S., Escudé, M., Kong, F. et Hooper, P. (2013). *Tinkering, learning & equity in the after-school setting*.
- Wagh, A., Cook-Whitt, K. et Wilensky, U. (2017). Bridging inquiry-based science and constructionism: Exploring the alignment between students tinkering with code of computational models and goals of inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 615-641.
- Walberg, H. J. (1967). Dimensions of scientific interests in boys and girls studying physics. *Science Education*, 51(2), 111-116.

- Wang, J., Werner-Avidon, M., Newton, L., Randol, S., Smith, B. et Walker, G. (2013). Ingenuity in Action: Connecting Tinkering to Engineering Design Processes. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 3(1), 1-21.
- Whyte, J. (1984). Observing sex stereotypes and interactions in the school lab and workshop. *Educational Review*, 36(1), 75-86.
- Wilkinson, K. et Petrich, M. (2013). *The Art of Tinkering: Meet 150+ Makers Working at the Intersection of Art, Science & Technology*.
- Zardetto-Smith, A. M., Mu, K., Phelps, C. L., Houtz, L. E. et Royeen, C. B. (2002). Brains rule! Fun= learning= neuroscience literacy. *The Neuroscientist*, 8(5), 396-404.