

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

EFFET DE LA MISE EN ŒUVRE D'UNE DÉMARCHE DE CONCEPTION
TECHNOLOGIQUE SUR L'INTÉRÊT DES ÉLÈVES DANS DES CLASSES DE
SCIENCE ET TECHNOLOGIE AU 3^E CYCLE DU PRIMAIRE ET AU 1^{ER} CYCLE
DU SECONDAIRE

THÈSE

PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DU DOCTORAT EN ÉDUCATION

PAR

NANCY BROUILLETTE

AVRIL 2022

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse 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.04-2020). 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.»

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de recherche, Patrice Potvin, et à mon codirecteur, Ghislain Samson, pour le soutien plus que précieux qu'ils m'ont offert tout au long de ce parcours. Leurs rétroactions d'une grande richesse, toujours justes, et leurs encouragements m'ont permis de bonifier, version après version, cette thèse. Merci pour ce soutien inconditionnel, toujours éclairant pour moi. Vous avez été des guides rigoureux qui m'ont amenée à me dépasser. J'ai beaucoup grandi grâce à vous.

Un grand merci à la présidente de mon jury, madame Geneviève Messier de l'Université du Québec à Montréal, qui a mis à mon profit ses compétences de « grande pédagogue », en m'amenant plus loin dans mes réflexions et dans la clarification d'éléments centraux à ma thèse. De même, je tiens à remercier les évaluateurs de ma thèse, messieurs Abdelkarim Zaid de l'Université de Lille et Marco Barroca-Paccard de l'Université du Québec en Outaouais, pour leurs généreuses rétroactions qui ont contribué à bonifier différents éléments de ma thèse.

J'exprime également ma reconnaissance à mon employeur, le Centre de services scolaire de l'Énergie, pour avoir rendu possible l'expérimentation en classe dans le cadre de ce projet de recherche. Un chaleureux merci à tous les enseignants qui ont accepté de vivre cette aventure avec moi ainsi qu'à leurs élèves. Faire partie de cette organisation engagée est un honneur pour moi.

À ma mère, Marie, et à mon père, Alfred, merci de m'encourager dans tous mes projets depuis que je suis petite. À cette couturière aux doigts de fée et à ce patient agriculteur, merci d'avoir cultivé en moi le sens du travail bien accompli et une curiosité pour tant de choses. Un merci plein d'amour à mes grands et merveilleux enfants, Rose et Raphaël, pour leur compréhension, et aussi pour l'excellence qu'ils m'inspirent. Merci de m'avoir tenu compagnie lors de nos « tables d'étude ». À toi, Robert, merci de croire en moi et de me soutenir de tant de façons. Merci de marcher à mes côtés, jour après jour.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES	xii
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS	xiv
RÉSUMÉ	xv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I PROBLÉMATIQUE	5
1.1 L'importance d'une éducation en science et technologie pour les individus et la société.....	6
1.2 L'intérêt à l'égard de la ST à l'école	12
1.3 Les stratégies pédagogiques susceptibles de favoriser le développement de l'intérêt pour la ST	15
1.4 La technologie et l'intérêt des élèves à l'égard de cette discipline scolaire	18
1.5 Les questions de recherche	23
CHAPITRE II CADRE THÉORIQUE	25
2.1 La démarche de conception technologique (DCT).....	25
2.1.1 La DCT comme méthode pédagogique et modèle pédagogique	26
2.1.2 La DCT dans un contexte de résolution de problèmes	28
2.1.3 L'opérationnalisation de la DCT en classe	30
2.1.3.1 Analyser le problème.....	34
2.1.3.2 Explorer et générer des idées.....	39
2.1.3.3 Sélectionner une idée.....	42

2.1.3.4	Sélectionner les ressources et les outils appropriés	43
2.1.3.5	Construire un prototype	44
2.1.3.6	Tester et améliorer le prototype	48
2.1.3.7	Communiquer	52
2.1.3.8	Synthèse du modèle de DCT proposé.....	54
2.2	L'intérêt	57
2.2.1	La définition de l'intérêt	58
2.2.2	L'intérêt situationnel et l'intérêt individuel	61
2.2.3	Les modèles décrivant le développement de l'intérêt.....	64
2.2.3.1	Le modèle de Silvia (2001): <i>The Psychology of Constructive Capriciousness</i>	65
2.2.3.2	La <i>Person-Object Theory of Interest</i>	69
2.2.3.3	Le modèle de Hidi et Renninger (2006): <i>The Four-Phase Model of Interest Development</i>	74
2.2.3.4	La comparaison entre des modèles développementaux de l'intérêt.....	79
CHAPITRE III MÉTHODOLOGIE		83
3.1	La posture épistémologique et le devis de recherche	83
3.1.1	Les recherches existantes portant sur l'intérêt à l'égard de la ST	85
3.2	Les participants.....	90
3.2.1	Les participants à l'ordre d'enseignement primaire	91
3.2.2	Les participants à l'ordre d'enseignement secondaire	92
3.2.3	Les enseignants ayant collaboré à l'étude.....	93
3.3	Les instruments de cueillette de données.....	93
3.3.1	Le Questionnaire ponctuel (QP)	94
3.3.2	Le Questionnaire général (QG).....	96
3.4	Le déroulement et le protocole	99
3.4.1	Le devis expérimental au 1 ^{er} cycle du secondaire.....	100
3.4.2	Le devis expérimental au 3 ^e cycle du primaire	103
3.5	Le traitement pédagogique	106
3.5.1	La formation préparatoire adressée aux enseignants	107
3.5.2	Les activités pédagogiques mettant en œuvre une DCT	109
3.5.3	Les activités pédagogiques au secondaire	110
3.5.4	Les activités pédagogiques au primaire	111
3.6	La méthode d'analyse	112

3.7	Les considérations éthiques et déontologiques du projet	114
CHAPITRE IV RÉSULTATS		116
4.1	Les résultats issus du Questionnaire ponctuel (QP)	116
4.1.1	Les résultats du Questionnaire ponctuel (QP) pour le primaire.....	120
4.1.2	Les résultats du Questionnaire ponctuel (QP) pour le secondaire	124
4.2	Les résultats issus du Questionnaire général (QG).....	126
4.2.1	Les résultats du Questionnaire général (QG) pour le primaire	126
4.2.2	Les résultats du Questionnaire général (QG) pour le secondaire	129
CHAPITRE V DISCUSSION.....		133
5.1	La synthèse des résultats.....	133
5.1.1	Les résultats pour les élèves du primaire	134
5.1.2	Les résultats pour les élèves du secondaire	139
5.2	Les recommandations issues de cette recherche.....	144
5.3	Les limites de cette recherche.....	146
5.4	Les apports de cette recherche.....	150
CONCLUSION.....		153
ANNEXE A TABLEAU-SYNTÈSE DES COMPOSANTES, TECHNIQUES ET PROCÉDÉS D'ENSEIGNEMENT LIÉS À CHACUNE DES PHASES DE LA DCT.....		157
ANNEXE B QUESTIONNAIRE PONCTUEL (QP).....		162
ANNEXE C QUESTIONNAIRE GÉNÉRAL (QG)		165
ANNEXE D COMPTE-RENDU DE LA RENCONTRE D'INFORMATION AVEC LES ENSEIGNANTS DU PRIMAIRE		169
ANNEXE E COMPTE-RENDU DE LA RENCONTRE D'INFORMATION AVEC LES ENSEIGNANTS DU SECONDAIRE		173
ANNEXE F TÂCHE EXPÉRIMENTALE 1 POUR LE SECONDAIRE.....		176

ANNEXE G	TÂCHE EXPÉRIMENTALE 2 POUR LE SECONDAIRE	185
ANNEXE H	TÂCHE TÉMOIN 1 POUR LE SECONDAIRE.....	194
ANNEXE I	TÂCHE TÉMOIN 2 POUR LE SECONDAIRE	205
ANNEXE J	TÂCHE TÉMOIN 1 POUR LE PRIMAIRE	210
ANNEXE K	TÂCHE TÉMOIN 2 POUR LE PRIMAIRE.....	216
ANNEXE L	TÂCHE EXPÉRIMENTALE 1 POUR LE PRIMAIRE.....	223
ANNEXE M	TÂCHE EXPÉRIMENTALE 2 POUR LE PRIMAIRE.....	230
ANNEXE N	CERTIFICAT ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE	241
ANNEXE O	LETTRÉ D'INFORMATION ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT	243
ANNEXE P	LISTE DE VÉRIFICATION DES TECHNIQUES ET PROCÉDÉS PÉDAGOGIQUES LIÉS À CHACUNE DES PHASES DE LA DCT.....	249
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	257

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
2.1	Représentation de la structure de base de notre modèle de DCT	33
2.2	Composantes associées à la phase d'analyse de la DCT	36
2.3	Composantes associées à la phase de conception de la DCT	45
2.4	Composantes associées à la phase d'optimisation de la DCT	49
2.5	Composantes associées à la phase de communication de la DCT	53
2.6	Représentation de la structure de notre modèle de DCT présentant ses quatre phases et ses composantes	55
2.7	Parcours du développement de l'intérêt selon Silvia (2001, p. 285)	69
2.8	Transition de l'intérêt situationnel à un intérêt individuel selon Krapp (1998, cité dans Krapp, 2002, p. 398).....	72
2.9	Développement de l'intérêt selon Krapp (2002, p. 399).....	73
2.10	Développement de l'intérêt selon le modèle de Hidi et Renninger (2006).....	78
3.1	Exemple d'item du Questionnaire ponctuel (QP).....	94
3.2	Exemple d'item du Questionnaire général (QG)	97
3.3	Caractéristiques du devis expérimental pour le traitement expérimental et le traitement témoin à l'ordre d'enseignement secondaire	102

3.4	Caractéristiques du devis expérimental pour le traitement expérimental et le traitement témoin à l'ordre d'enseignement primaire	105
4.1	Représentation des trois passations du QG pour le primaire	127
4.2	Représentation des deux passations du QG au secondaire	130

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1	Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase d'analyse dans la DCT 38
2.2	Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase de conception dans la DCT 47
2.3	Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase d'optimisation dans la DCT 51
2.4	Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase de communication dans la DCT 54
2.5	Principales caractéristiques des quatre types d'intérêt du modèle de Hidi et Renninger par Wininger <i>et al.</i> (2014, p. 408) 78
3.1	Informations relatives aux participants du primaire 92
3.2	Informations relatives aux participants du secondaire 93
3.3	Énoncés relatifs aux questions 7 à 14 du Questionnaire ponctuel (QP) 95
3.4	Énoncés relatifs aux questions 101 à 105 du Questionnaire général (QG) 98
3.5	Nombre de groupes expérimentaux et témoins pour chaque enseignant du secondaire 101
3.6	Éléments ciblés afin de contrôler les variables entre les groupes expérimentaux et témoins au secondaire 103

3.7	Éléments ciblés afin de contrôler les variables entre les traitements témoin et expérimental pour les groupes du primaire.....	106
4.1	Énoncés relatifs aux questions 7 à 14 du Questionnaire ponctuel (QP)	118
4.2	Mesure de l’alpha de Cronbach en cas de suppression de l’élément pour chacune des questions.....	119
4.3	Moyennes et écarts types des questions 7 à 14 du Questionnaire ponctuel (QP)	120
4.4	Résultats de tests- <i>t</i> appariés sur les différences d’intérêt situationnel pour les groupes-classe de chacun des enseignants au primaire.....	121
4.5	Résultats des tests- <i>t</i> appariés sur les différences d’intérêt situationnel au primaire par genre	122
4.6	Résultats de tests- <i>t</i> appariés sur les différences d’intérêt situationnel pour tous les participants au primaire	123
4.7	Résultats de tests- <i>t</i> pour échantillons indépendants sur les différences d’intérêt situationnel pour chacun des enseignants au secondaire.....	124
4.8	Résultats des tests- <i>t</i> pour échantillons indépendants sur les différences d’intérêt situationnel au secondaire par genre	125
4.9	Résultats de tests- <i>t</i> pour échantillons indépendants sur les différences d’intérêt situationnel pour tous les participants au secondaire	126
4.10	Énoncés relatifs aux questions 101 à 105 du Questionnaire général (QG)	127
4.11	Résultats de tests- <i>t</i> appariés sur les gains d’intérêt individuel pour tous les participants au primaire	128
4.12	Résultats de tests- <i>t</i> appariés sur les gains d’intérêt individuel au primaire par genre.....	129
4.13	Résultats de tests- <i>t</i> pour échantillons indépendants sur les gains d’intérêt individuel pour tous les participants du secondaire.....	131
4.14	Résultats de tests- <i>t</i> pour échantillons indépendants sur les gains d’intérêt individuel au secondaire par genre.....	131

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

AESTQ	Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec
BÉPEP	Baccalauréat en éducation au préscolaire et en enseignement au primaire
CAC	Conseil des académies canadiennes
CMEC	Conseil des ministres de l'Éducation du Canada
CRIJEST	Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie
CSE	Conseil supérieur de l'éducation
DCT	Démarche de conception technologique
DBL	<i>Design-Based Learning</i>
IMSE	Indice de milieu socioéconomique
ITEA	<i>International Technology Education Association</i>
MELS	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
MEQ	Ministère de l'Éducation du Québec
MESI	Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation
MEES	Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur
NSERC	<i>Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada</i>
NRC	<i>National Research Council</i>

OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OT	Objet technique
PACT	<i>Physics Achievement Test</i>
PATS	<i>Physics Attitude Scale</i>
PFEQ	Programme de formation de l'école québécoise
POI	<i>Person–Object Theory of Interest</i>
QG	Questionnaire général
QP	Questionnaire ponctuel
ST	Science et technologie
STIM	Science, technologie, ingénierie et mathématiques

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

d	Taille d'effet
$ÉT$	Écart type
M	Moyenne
n	Nombre de participants
p	Valeur de significativité [bilatérale]
Test- t	Test de Student

RÉSUMÉ

La pénurie de personnel scientifique et technologique hautement qualifié en science et technologie (ST) est une préoccupation internationale identifiée depuis plusieurs années déjà. De plus, on observe, au Québec, au Canada et ailleurs dans le monde, que les filles sont sous-représentées dans le domaine de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM). Ces constats, combinés à l'importance pour chaque citoyen de développer des connaissances et des compétences de base en ST, ont conduit les chercheurs à cibler des conditions susceptibles de favoriser l'intérêt des élèves, filles et garçons, pour la ST. L'une des principales constatations est que l'impact des pratiques d'enseignement, en particulier pour les filles, apparaît à cet égard comme un facteur crucial. Des activités pédagogiques liées au *design*, réalisées par exemple dans le cadre d'une démarche de conception technologique (DCT), pourraient être efficaces pour stimuler l'intérêt des élèves à l'égard de la ST.

Ces éléments nous ont donc amenée à examiner les effets de la mise en œuvre d'un modèle de démarche de conception technologique (DCT) sur l'intérêt des élèves à l'égard de la ST à la fin du primaire et au début du secondaire, moment charnière en ce qui a trait au désintérêt pour cette discipline. À cette fin, nous avons cherché à mesurer l'influence d'activités mettant en œuvre une DCT sur l'intérêt des élèves en classe de ST. Nous nous sommes intéressée à son impact sur le développement d'un intérêt à court terme (intérêt situationnel) et à long terme (intérêt individuel). Nous avons également tenté de vérifier si ce modèle de DCT a un effet différent sur les filles et les garçons.

Pour répondre à nos questions de recherche, nous avons eu recours à une méthodologie de type quasi expérimental. Un total de 314 élèves du 3^e cycle du primaire (121 élèves âgés de 11 à 13 ans) et du 1^{er} cycle du secondaire (193 élèves âgés de 12 à 15 ans) provenant d'un centre de services scolaire du Québec a pris part à cette étude. Tous les enseignants ($n = 11$) de ces classes étaient volontaires et leur participation prenait pour eux la forme d'une formation continue. En ce qui a trait à la cueillette des données, deux outils ont été exploités : soit le Questionnaire ponctuel (mesure de l'intérêt à court terme - l'intérêt situationnel) et le Questionnaire général

(mesure de l'intérêt à long terme - l'intérêt individuel). Tous deux ont été conçus par la Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST) et adaptés pour la présente recherche. Un devis pré/posttest a été mis en place afin d'étudier l'effet de la DCT en comparant les mesures d'intérêt situationnel et individuel pour les traitements témoin (activités sans DCT) et expérimental (activités impliquant une DCT). Les analyses ont permis de relever que l'intérêt situationnel et l'intérêt individuel des élèves du primaire ont été influencés positivement par les activités impliquant notre modèle de DCT par comparaison avec une condition contrôle. Cet effet s'est fait plus fortement sentir du côté des filles. Pour ce qui est des élèves du secondaire, les données recueillies ne nous permettent pas d'affirmer que le modèle mis en place a favorisé le développement de leur intérêt (situationnel et individuel). Ces résultats nous permettent de proposer des recommandations pour les milieux scolaire et universitaire, dont la mise en place d'un tel modèle dès que possible dans le parcours scolaire des élèves, en particulier pour les filles, afin de contribuer au développement de leur intérêt à l'égard de la ST.

Mots clés : didactique de la science et de la technologie, démarche de conception technologique, intérêt, primaire, secondaire, genre.

INTRODUCTION

La science et la technologie (ST) revêtent une importance capitale dans nos vies, celles-ci étant présentes dans pratiquement toutes les sphères de notre quotidien. Plusieurs auteurs et institutions insistent sur l'importance pour chaque citoyen de posséder une formation scientifique et technologique de base (Conseil des académies canadiennes [CAC], 2014; Kelley et Kellam, 2009; Schibeci et Lee, 2003; Wicklein *et al.*, 2009) afin d'être en mesure de contribuer positivement à la société et également, pour ceux qui choisiront ces filières, au marché du travail (*International Technology Education Association* [ITEA], 2003). Or, en ce qui a trait à l'accessibilité aux carrières technoscientifiques, on constate, à l'échelle internationale, un déclin dans la proportion d'étudiants de niveau postsecondaire s'engageant dans une formation liée à la ST (Ainley et Ainley, 2011; Denson et Lammi, 2014; Lawanto *et al.*, 2012). Ce phénomène est encore plus marqué du côté des filles au Québec (Roy *et al.*, 2014), au Canada (Beckstead et Brown, 2006; Franz-Odenaal *et al.*, 2016) et ailleurs dans le monde (Blažev *et al.*, 2017; Cooper et Heaverlo, 2013; White, 2015), et ce, particulièrement dans des domaines liés à la technologie, dont l'ingénierie (Belletête *et al.*, 2020; Evans et Diekman, 2009).

Ces constats ont attiré l'attention de nombreux chercheurs afin de cibler des raisons pouvant expliquer ce désengagement, mais également le désintérêt à l'égard de la ST qu'on observe chez les élèves au cours de leur scolarité, et ce, dès le primaire et le secondaire. À cet effet, plusieurs études identifient différents construits attitudeux (ou perceptuels), dont l'intérêt qui est parmi les plus étudiés (Christidou, 2011;

Harackiewicz *et al.*, 2008; Kerger *et al.*, 2011). À la lecture de ces études, il apparaît que l'intérêt à l'égard de la ST chute rapidement lors de la transition entre le primaire et le secondaire chez bon nombre d'apprenants (Baird et Penna, 1997; Turner et Peck, 2009). Bien que l'école ait un rôle à jouer en ce sens, il semble que, pour de nombreux élèves, elle n'arrive pas à cultiver cet intérêt de manière satisfaisante. Différents travaux ont pourtant déjà mis en évidence l'incidence du choix des stratégies pédagogiques, en particulier chez les filles, au regard du développement de l'intérêt pour la ST (Christidou, 2011; Krapp et Prenzel, 2011; Mc Ewen, 2013; Potvin et Hasni, 2014), mais celui-ci reste à documenter, en particulier en ce qui a trait aux pratiques pédagogiques en technologie (Cooper et Heaverlo, 2013).

Ces constats nous portent à examiner les effets d'un modèle pédagogique, soit la démarche de conception technologique (DCT), sur le développement de l'intérêt des élèves aux abords de la transition primaire-secondaire. Plus précisément, cette recherche vise à étudier l'impact d'un modèle de DCT sur le développement d'un intérêt à court terme et à long terme chez des élèves du 3^e cycle du primaire et du 1^{er} cycle du secondaire. Nos travaux cherchent également à vérifier si celui-ci impacte différemment les filles et les garçons.

Le premier chapitre pose la problématique de la présente étude. L'importance d'une éducation en ST est d'abord mise en lumière. Par la suite, il est question de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST en contexte scolaire et des stratégies pédagogiques susceptibles de contribuer à son développement. Puis, des défis liés au volet technologique de cette discipline sont soulevés et des actions spécifiques pouvant être posées au regard du développement de l'intérêt sont relevées. Ce chapitre se conclut par l'identification de nos questions de recherche.

Le deuxième chapitre expose les concepts centraux de notre étude. Dans un premier temps, notre modèle de DCT est défini, celui-ci étant identifié comme méthode pédagogique ainsi que comme modèle pédagogique. Dans un deuxième temps, nous nous attardons à l'intérêt. Une définition de celui-ci est énoncée. Ce construit est également décliné en tant qu'intérêt situationnel (à court terme) et individuel (à long terme). Différents modèles développementaux de l'intérêt sont enfin présentés, et nous situons parmi ceux-ci le choix du modèle retenu dans le cadre de nos travaux.

Le troisième chapitre traite de la méthodologie mise à profit afin de répondre à nos questions de recherche. Tout d'abord, celui-ci pose notre posture épistémologique et précise le devis retenu. Il décrit par la suite les participants, les instruments de cueillette de données exploités, le déroulement et le protocole, ainsi que le traitement pédagogique. Pour terminer, la méthode d'analyse et les considérations éthiques sont détaillées.

Le quatrième chapitre présente les résultats issus de l'analyse quantitative des données recueillies. Celles-ci ont été obtenues par des comparaisons de l'intérêt (situationnel et individuel) des élèves entre le début et la fin des activités réalisées. Des tests-*t* ont été opérés à cette fin. Les résultats sont exposés au regard du développement de l'intérêt pour les participants aux ordres primaire et secondaire.

Le cinquième chapitre propose une interprétation des résultats en les mettant en relation avec la littérature scientifique relative à notre objet de recherche. Celle-ci permet de mettre en lumière les effets de notre modèle de DCT sur le développement de l'intérêt (situationnel et individuel) des participants à l'égard de la ST. Des recommandations, une discussion relative aux limites de l'étude ainsi que les apports de celle-ci complètent ce chapitre.

Enfin, la conclusion reprend les grandes lignes de notre étude, en mettant l'accent sur les principaux résultats obtenus; nous formulons également des hypothèses explicatives. Ces éléments permettent ainsi de proposer une synthèse de la présente recherche et de mettre en exergue les éléments clés de notre travail doctoral.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

La présente étude vise à mieux comprendre comment il est possible de favoriser l'intérêt à l'égard de la science et de la technologie (ST) chez les élèves. Ce premier chapitre cherche à camper la problématique dans laquelle se situe notre recherche. Dans un premier temps, nous abordons différents aspects qui mettent en évidence l'importance d'une éducation en ST pour les individus et la société. Dans un deuxième temps, puisque l'un des rôles de l'école est de participer à l'éducation de chacune des personnes de notre société, nous jetons un regard sur l'intérêt des jeunes à l'égard de la ST tel qu'il se manifeste dans le contexte scolaire. Différentes observations réalisées à cet effet nous portent, dans un troisième temps, à nous interroger sur les stratégies pédagogiques susceptibles de stimuler le développement de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST. Les propos de certains chercheurs nous amènent enfin à comprendre que le volet technologique de cette discipline présente des défis qui lui sont propres et que des actions spécifiques pourraient être posées en ce sens afin de favoriser le développement de l'intérêt. Ces aspects nous permettent d'alimenter l'argumentaire qui justifie notre problème de recherche.

1.1 L'importance d'une éducation en science et technologie pour les individus et la société

La science et la technologie (ST) font partie intégrante de nos vies. Le Conseil des académies canadiennes (CAC, 2014), dans son rapport *Culture scientifique : qu'en est-il au Canada ?*, met en évidence l'omniprésence de la science dans la vie individuelle et sociale. Celle-ci est en effet présente dans pratiquement toutes les sphères de notre vie, de la santé physique au bien-être de manière plus générale. Elle se fait aussi sentir dans l'économie et l'innovation, l'environnement, les loisirs, et même dans les interactions que les Canadiens entretiennent entre eux, par exemple en permettant l'avènement de nouveaux modes de communication. Plus encore, selon les auteurs du rapport, la science est en soi une façon d'appréhender le monde. Toujours selon eux, « la science constitue en outre un moyen systématique de découverte et d'exploration qui enrichit notre compréhension individuelle et collective du monde et de l'univers qui nous entourent » (CAC, 2014, p. xiii).

De plus, l'importance du développement d'une bonne compréhension et d'une meilleure appréciation de la technologie¹ est de plus en plus reconnue, et ce, à travers le monde (Bybee, 2001). Les citoyens qui comprennent bien les concepts liés à la technologie et qui en saisissent les rouages seraient davantage en mesure de participer positivement au fonctionnement de la société et au marché du travail (ITEA, 2003).

¹ Par *technologie*, nous nous référons à l'application de connaissances scientifiques qui mène au développement de nouveaux mécanismes ou procédés. Ainsi, dans le cadre de cette thèse, le terme technologie n'est pas synonyme de *numérique* ou de *technologies de l'information et de la communication*.

De tels plaidoyers nous ramènent à l'importance pour les individus d'avoir accès à une formation scientifique et technologique de base. Dans la même veine que les propos du CAC, plusieurs auteurs (Britner, 2008; Kelley et Kellam, 2009; Schibeci et Lee, 2003; Stables, 1997; Wicklein *et al.*, 2009) s'accordent pour dire que parmi les différents objectifs que poursuit l'éducation en ST au XIX^e siècle, l'importance d'acquérir une culture scientifique et technologique est manifeste. Celle-ci peut viser la satisfaction des besoins personnels afin d'améliorer l'existence de la personne ou de favoriser une participation plus active ou plus positive à la société.

À cet effet, le *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*, émis par le Conseil des ministres de l'Éducation du Canada (CMEC, 1997) afin de guider la rédaction des programmes provinciaux, s'inscrit dans l'optique de permettre à tous les élèves du Canada, filles et garçons, de développer une culture scientifique de base. Le *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ) à l'éducation préscolaire et à l'enseignement primaire (MEQ, 2001) et secondaire (MEQ, 2006, 2007) accorde également une place importante à l'enseignement de la ST. Ce programme vise à développer chez les élèves une culture scientifique et technologique de base accessible à tous (MEQ, 2006). On y décrit bien d'ailleurs le rôle de celle-ci pour les apprenants :

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. (MEQ, 2006, p. 268)

Une autre visée de l'éducation en ST se rapporte à la formation aux carrières rattachées aux domaines scientifiques et technologiques. Bien que tous les jeunes ne se destinent pas à une profession liée à la science ou à la technologie, plusieurs

considèrent qu'il est primordial pour une nation de pouvoir profiter du travail des scientifiques et des ingénieurs puisque celui-ci contribue fortement à l'innovation technologique et à la croissance économique (Beckstead et Brown, 2006; Maltese et Tai, 2010) ainsi qu'au bien-être (Kerger *et al.*, 2011).

Cependant, malgré l'importance accordée à ces carrières, on observe presque partout un important déclin de la proportion d'étudiants s'engageant dans une formation scientifique ou technologique (Ainley et Ainley, 2011; Denson et Lammi, 2014; Lawanto *et al.*, 2012). L'accessibilité aux carrières technoscientifiques, plus spécifiquement, constitue actuellement une préoccupation largement partagée sur le plan international (Akcaoglu *et al.*, 2018; Alivernini, 2012; Kennedy *et al.*, 2014; National Sciences and Engineering Research Council of Canada [NSERC], 2010; Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE], 2008). En ce sens, plusieurs mentionnent que plus de scientifiques et d'ingénieurs sont nécessaires pour atteindre des objectifs économiques grandissants (Gago *et al.*, 2005; Maltese et Tai, 2010). Ce même constat est posé au niveau national par le *Conference Board* du Canada (DeCoito, 2016), cet organisme précisant que plus de diplômés ayant des qualifications avancées dans le domaine de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STIM) seront nécessaires au Canada dans les prochaines années. En ce sens, l'OCDE (2008) a recommandé aux gouvernements de poser des actions afin de rendre les études liées à la ST plus attrayantes pour les apprenants, en particulier à l'ordre d'enseignement secondaire.

La situation s'avère toutefois encore plus marquée du côté des filles relativement à l'accessibilité aux carrières des champs liés aux STIM au Québec (Roy *et al.*, 2014), au Canada (Beckstead et Brown, 2006; Franz-Ondendaal *et al.*, 2016) et à plusieurs autres endroits dans le monde (Blažev *et al.*, 2017; Cooper et Heaverlo, 2013; White, 2015). Bien que des progrès aient été enregistrés depuis les trente dernières années et

que de plus en plus de filles soient inscrites dans les filières associées aux STIM, il n'en demeure pas moins qu'elles sont encore sous-représentées dans plusieurs de ces trajectoires (Patchen *et al.*, 2017; Tyler-Wood *et al.*, 2012). Même si l'on peut observer une réussite scolaire et des compétences similaires entre garçons et filles (Britner, 2008; Buccheri *et al.*, 2011; Semela, 2010), celles-ci semblent moins s'identifier aux STIM, croyant ces filières plus adaptées aux garçons (Herbert et Stipek, 2005; Hill *et al.*, 2010). De plus, plusieurs d'entre elles croient que les STIM mènent à un style de vie professionnel qui ne leur semble pas attrayant (Brotman et Moore, 2008), persuadées que « ces domaines sont trop abstraits et trop froids pour qu'elles s'y réalisent » (Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation [MESI], 2013, p. 35) et que la conciliation travail-famille y serait difficile (Germain, 2013). Ces perceptions impactent négativement leur trajectoire par la suite (Caleon et Subramaniam, 2008). Ainsi, la sous-représentation des filles dans les carrières liées aux STIM serait davantage rattachée à des attitudes qu'elles adoptent à l'égard de ces disciplines plutôt qu'à leurs compétences (Germain, 2013; James, 2011), et plus les filles avanceraient dans leur scolarité, plus ce phénomène prendrait de l'ampleur (Barton *et al.*, 2008). Ainsi, des femmes intéressées par des carrières en science et en ingénierie sont « perdues » à chaque transition entre les différents paliers d'éducation (Bias, 2008).

Les chiffres sont d'ailleurs éloquentes à l'égard de la disparité hommes-femmes dans les carrières liées aux STIM. Dans les pays de l'OCDE, moins de 40 % des diplômés d'études supérieures en STIM sont octroyés aux femmes (OCDE, 2008). Au Canada, en 2011, 67,4 % des hommes âgés de 25 à 64 ans étaient détenteurs d'un diplôme universitaire dans une filière liée aux STIM (Ferguson et Zhao, 2013). Au Québec, la présence féminine dans les carrières technoscientifiques demeure tout aussi limitée (Hango, 2013).

Il faut toutefois apporter une nuance à ces données. Plusieurs recherches et rapports indiquent en fait une plus grande présence des femmes que de leurs confrères dans les professions liées aux sciences de la santé et de la vie (Baker et Leary, 1995; Hango, 2013; Miller *et al.*, 2006). Plusieurs d'entre elles choisiraient de telles carrières en raison de leur propension importante à souhaiter venir en aide aux personnes ainsi qu'aux vivants en général. Une autre raison qui les pousserait vers ces filières serait le fait qu'elles y décèlent la présence de valeurs personnelles et de contacts humains. Ces carrières leur permettraient également de mieux comprendre le monde qui les entoure. Tous ces aspects jugés importants pour elles les encourageraient ainsi à s'engager dans ces voies (Germain, 2013; Samson, 2011). Cette tendance s'observe d'ailleurs au Canada tout comme dans plusieurs pays occidentaux (Germain, 2013).

Là où la présence des femmes demeure marginale, c'est entre autres dans les secteurs liés à la physique, à l'ingénierie et à la technologie (Belletête *et al.*, 2020; Evans et Diekman, 2009). Dans les pays industrialisés, les hommes représentent ainsi encore une majorité dans les professions reliées à certains champs en science et en ingénierie (OCDE, 2008). Au Canada, malgré les progrès enregistrés ces dernières années, les femmes demeurent moins susceptibles que les hommes de se diriger vers une profession liée à la plupart des filières en génie (Hango, 2013). Il en est de même au Québec (Belletête *et al.*, 2020), où, bien que les femmes soient majoritaires dans presque tous les domaines universitaires, elles restent minoritaires en sciences pures et appliquées (43 % de femmes en 2018-2019) et encore plus fortement en génie (22 % de femmes en 2018-2019).

Quels sont les facteurs pouvant expliquer un tel déclin dans la proportion d'étudiants, et à plus forte raison d'étudiantes, s'engageant dans une formation liée à la science et à la technologie ? Selon plusieurs études, le choix pour une filière liée à la ST ne serait pas directement influencé par les compétences d'une personne, mais plutôt par

des construits attitudinaux (ou perceptuels) à l'égard de la science et de la technologie, tels l'intérêt (Harackiewicz *et al.*, 2008; Kerger *et al.*, 2011), la motivation (Jones *et al.*, 2018) et l'attitude (Patchen *et al.*, 2017). Dans le cadre de cette étude, nous nous concentrons sur l'intérêt puisque certaines études l'identifient comme étant le facteur qui influencerait le plus le choix d'un individu de poursuivre sa scolarité en sciences (Maltese et Tai, 2010; Potvin et Hasni, 2018). Par ailleurs, dans le cadre de cette étude, nous considérerons un élément distinctif de ce construit, soit qu'il se caractérise par le fait d'être lié à un objet, comme la ST, ce qui le différencie de concepts voisins, comme la motivation et l'attitude (Potvin et Hasni, 2018). De plus, précisons que nos travaux ne se pencheront pas sur des dispositifs mettant l'accent sur des buts poursuivis par les apprenants, tant intrinsèques qu'extrinsèques, comme moteurs afin de s'engager dans une tâche, ce qui serait davantage le propre d'une étude portant sur la motivation (Sansone *et al.*, 2012). De surcroît, mentionnons que notre choix d'étudier ce concept s'appuie également sur différentes études qui perçoivent l'intérêt comme un élément crucial pour le développement de la culture scientifique (Christidou, 2011) et un fort prédicteur de l'apprentissage des ST dans le parcours d'un individu (Baram-Tsabari et Yarden, 2011; OCDE, 2008).

Ainsi, que ce soit en lien avec la formation de futurs citoyens ou à celle liée aux carrières scientifiques et technologiques, l'école se doit de soutenir les jeunes dans le développement d'une compréhension plus solide ainsi que d'une appréciation plus grande de la ST (Bybee et McCrae, 2011; Maltese et Tai, 2010). Intervenir tôt apparaît ici essentiel afin de favoriser l'intérêt à l'égard de la ST, et ce, en particulier pour les filles (Tyler-Wood *et al.*, 2012). L'école se doit de participer à la construction d'une culture scientifique et technologique des élèves, et ce, le plus tôt possible afin de mettre en œuvre des conditions favorisant le développement de leur intérêt à l'égard de la ST, celui-ci étant susceptible de produire un impact important

sur leurs apprentissages ainsi que sur leurs futurs choix de carrière (Nieswandt, 2007). Puisque tel devrait être l'un des rôles de l'école, il semble impératif de porter une attention particulière à l'intérêt qu'expriment les élèves à l'égard de la ST dans un contexte scolaire.

1.2 L'intérêt à l'égard de la ST à l'école

Au Canada, comme ailleurs dans le monde, dans les trois dernières décennies, malgré les changements apportés aux curriculums, on ne semble pas observer une augmentation significative de l'intérêt à l'égard de la ST (Turner et Peck, 2009). Pourtant, à l'ordre d'enseignement primaire, on rapporte un intérêt élevé des élèves à l'égard de cette discipline (Christidou, 2011; Krapp et Prenzel, 2011; Potvin et Hasni, 2014). On observe que les jeunes enfants présentent un intérêt spontané à l'égard des ST, intérêt qui se manifeste à travers les multiples questions qu'ils posent (DeLoache *et al.*, 2007; Johnson *et al.*, 2004; Leibham *et al.*, 2013) ou par les jeux d'exploration ou de construction auxquels ils s'adonnent (Neitzel *et al.*, 2008). Différentes études mettent d'ailleurs en évidence l'appréciation par les élèves du primaire des activités réalisées en classe de ST (Anderhag *et al.*, 2016; Braund et Driver, 2005). Par contre, cet état ne semble pas perdurer et s'effriterait au fur et à mesure que se déploie le parcours scolaire.

Plusieurs études mentionnent en effet un déclin de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST au cours de leur cheminement scolaire, celui-ci se faisant davantage sentir à l'ordre d'enseignement secondaire (Holmegaard *et al.*, 2014; Jidesjö *et al.*, 2015). Plus précisément, l'intérêt pour la ST diminue rapidement entre 11 et 16 ans auprès d'un nombre important d'élèves (Baird et Penna, 1997; Turner et Peck, 2009). Ils cessent alors de voir cette discipline comme une option de carrière intéressante

(Kahle et Meece, 1994). Cette baisse de l'intérêt ainsi que le déclin des attitudes positives à l'égard de la ST se produiraient encore plus tôt dans le cheminement scolaire des filles et augmenteraient avec les années (Jidesjö *et al.*, 2015; Kerger *et al.*, 2011). Cependant, Barmby *et al.* (2008) ont fait ressortir que lorsque les élèves entretiennent une attitude plus positive à l'égard de la ST au début de leur scolarité, le déclin est moins abrupt par la suite, d'où l'importance de cultiver l'intérêt, et ce, le plus tôt possible (Carr, 2011; Mc Ewen, 2013; Rohaan *et al.*, 2009).

Or, afin d'expliquer cette chute marquée de l'intérêt chez les adolescents, il semble qu'un moment clé soit la transition entre le primaire et le secondaire (Potvin et Hasni, 2018). En effet, lors du passage vers le secondaire, l'intérêt chute de manière importante (Anderhag *et al.*, 2016; Potvin et Hasni, 2018). Pour d'autres concepts associés à l'intérêt, comme celui de la motivation à apprendre en science, on observe également un fort déclin, particulièrement lors de cette transition (Akcaoglu *et al.*, 2018; Hasni et Potvin, 2015). Au Canada, l'intérêt pour la ST atteint son plus haut niveau lorsque les élèves sont âgés de 12 à 13 ans et diminue rapidement par la suite (Ipsos Reid, 2010). La transition primaire-secondaire représente donc un moment crucial au regard du déclin de l'intérêt pour la ST, d'autant plus que cette tendance serait très difficile à renverser par la suite (Turner et Peck, 2009).

Cette transition impacte encore plus lourdement les filles au regard de leur intérêt pour la ST (Baram-Tsabari et Yarden, 2011; DeCoito, 2016; Potvin et Hasni, 2018). Entre 12 et 16 ans, elles enregistrent un plus grand déclin de l'intérêt à l'égard de la ST que leurs confrères (Lindahl, 2007). Barton *et al.* (2008) précisent d'ailleurs que le secondaire est un moment crucial pour étudier comment les filles donnent un sens à la ST dans leur vie personnelle et comment elles en viennent à choisir ces voies pour leur future profession.

À la lumière de ces constats, plusieurs chercheurs se sont intéressés aux raisons pouvant expliquer ce déclin chez les garçons, et à plus forte raison chez les filles. De nombreuses études rapportent que les élèves perçoivent la ST qui leur est enseignée comme n'étant que très peu pertinente, voire dénuée d'intérêt (Christidou, 2011; DeCoito, 2016; Siegel et Ranney, 2003). Plusieurs jeunes expliquent que la ST qui leur est enseignée à l'école leur apparaît déconnectée de la réalité (Maltese et Tai, 2010), ce qui les décourage à poursuivre dans cette voie (Lyons, 2006). Ils ne perçoivent pas bien les liens entre la science telle qu'elle existe dans la société et la science telle que vécue à l'école (Buck *et al.*, 2009), et plus ils avanceraient dans leur scolarité, plus ce phénomène s'accroîtrait (Wijsman *et al.*, 2016).

Encore une fois, il faut préciser que ce constat serait davantage marqué chez les filles, car la perception de bon nombre d'entre elles est que la ST n'est pas intéressante et qu'il s'agit d'un sujet abstrait (Samson, 2011), difficile (Miller *et al.*, 2006) et qui demande beaucoup de concentration (Germain, 2013). De plus, elles croient que les garçons seraient meilleurs qu'elles en mathématique ainsi qu'en science (Hill *et al.* 2010; Simpkins et Davis-Kean, 2005). Ces stéréotypes auraient un impact important sur la perception des filles au sujet de leurs capacités à exceller dans de telles disciplines (Cooper et Heavenlo, 2013).

Un élément critique à considérer à l'égard du désintérêt des élèves, en particulier lors du passage du primaire vers le secondaire, est la nature des expériences que les jeunes vivent dans le système scolaire (Franz-Odendaal *et al.*, 2016). Entre autres, le manque d'intérêt pour les stratégies pédagogiques employées traditionnellement dans les cours liés à la ST a été relevé (Rohaam *et al.*, 2009), et ce, plus fortement chez les filles (Weber, 2012).

1.3 Les stratégies pédagogiques susceptibles de favoriser le développement de l'intérêt pour la ST

Puisque l'école semble avoir des effets limités quant au développement de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST, plusieurs chercheurs se sont intéressés aux actions susceptibles de générer l'intérêt des élèves pour la ST, tant au primaire qu'au secondaire. Un élément clé ressortant de la littérature scientifique est que les stratégies pédagogiques, en particulier pour les filles, constituent un facteur influençant l'intérêt en ST (Christidou, 2011; Krapp et Prenzel, 2011; Mc Ewen, 2013; Potvin et Hasni, 2014).

À cet effet, les stratégies pédagogiques exploitant des activités manuelles (souvent étiquetées « *hands-on* ») semblent avoir un impact sur l'intérêt des élèves par rapport à la ST. Une étude réalisée par Owen *et al.* (2008) indique que les élèves préfèrent les stratégies pédagogiques dans lesquelles ils peuvent manipuler des instruments, des outils ou des matériaux, comme dans le cadre d'expérimentations scientifiques ou d'activités de construction liées à une démarche de conception technologique. Les jeunes comme les plus vieux disent prendre du plaisir à être actifs par la manipulation et considèrent que ces activités les soutiennent dans leurs apprentissages. Plusieurs études suggèrent la possibilité que les filles, en particulier, puissent tirer profit d'un tel type d'enseignement (Brotman et Moore, 2008; Harwell, 2000). Pourtant, celui-ci serait de moins en moins mis en œuvre par les enseignants au fil du parcours scolaire au profit d'approches plus transmissives (Anderhag *et al.*, 2016). Le glissement des approches actives, davantage exploitées au primaire, vers des approches plus transmissives, utilisées plus fréquemment au secondaire, est donc à considérer dans le déclin de l'intérêt à l'égard de la ST (Anderhag *et al.*, 2016; Krapp et Prenzel, 2011; Lyons, 2006).

Un autre élément à soulever à cet égard est la pertinence que les élèves accordent aux activités qui leur sont proposées. Il semble en effet que lorsque les élèves considèrent que les contenus abordés leur apparaissent signifiants, ils sont plus susceptibles de ressentir des émotions positives pour la ST et de développer un intérêt à son égard (Ainley et Ainley, 2011). Ainsi, la contextualisation par l'enseignant des savoirs à l'étude serait d'une grande importance. Néanmoins, González-Espada *et al.* (2015) déplorent que les contenus en ST soient souvent enseignés de manière décontextualisée, utilisant des exemples non familiers pour les élèves qui s'avèrent peu signifiants pour eux. Or, l'intérêt des élèves décroîtrait davantage lorsque l'enseignement se concentrerait sur le caractère abstrait des notions scientifiques et technologiques enseignées, sans les contextualiser dans quelque chose de connu pour eux (Häussler et Hoffmann, 2002). Selon Gauthier *et al.* (2011), les enseignants gagneraient à mettre en lumière les liens entre la ST et la réalité afin donner une image plus pragmatique de cette discipline.

Les filles s'avèrent d'ailleurs particulièrement intéressées par des tâches dont la contextualisation du problème inclut des éléments faisant référence au vivant (Jidesjö *et al.*, 2015). Celles-ci démontrent davantage d'intérêt pour des activités mettant en scène un contexte social près de la réalité (Kerger *et al.*, 2011). Elles apprécient particulièrement les questions scientifiques touchant le genre humain ou l'environnement et liées à une implication sociale (Baker et Leary, 1995; Hoffmann, 2002). Ces propos peuvent donc orienter la contextualisation choisie par l'enseignant.

Une autre considération au regard des stratégies d'enseignement déterminées par l'enseignant se rapporte à la collaboration et à la coopération en classe. On rapporte à ce sujet que les filles, plus que les garçons, préfèrent un environnement d'apprentissage dans lequel il y a collaboration et coopération entre les pairs (Baker et Leary, 1995; Harwell, 2000). En ce sens, Harwell (2000) indique que leurs

attitudes négatives à l'égard de la ST pourraient être influencées entre autres par l'augmentation du travail en solitaire au cours de leur scolarité. Afin de contrer cet effet, l'enseignant peut prévoir des stratégies d'apprentissage qui permettent ou favorisent la collaboration et la coopération.

De tels constats mettent l'accent sur l'importance du choix des stratégies pédagogiques afin de rendre plus attrayants et signifiants les contenus enseignés en ST, en particulier au secondaire, pour les garçons et à plus forte raison pour les filles. Par voie de conséquence, il apparaît important de mieux cerner les stratégies pédagogiques favorisant le développement de l'intérêt à l'égard de la ST (Christidou, 2006). À titre d'exemple, une augmentation des attitudes positives et de l'intérêt des élèves pour la ST peut être favorisée par l'utilisation de thématiques contextualisées (Potvin et Hasni, 2014). Celles-ci peuvent référer à des problématiques contemporaines (par exemple : les effets du tabac ou du téléphone portable sur la santé). Ces thématiques peuvent également impliquer des éléments de la méthode scientifique tels que la collecte de données empiriques et leur interprétation (Buck *et al.*, 2009; Bulunuz *et al.*, 2012) ou la conception d'artéfacts (Campbell et Jane, 2012; Carr, 2011). De plus, en construisant leurs apprentissages par le biais d'activités dans lesquelles ils sont actifs et apprennent par essais et erreurs, les élèves sont susceptibles de développer plus en profondeur leur compréhension des contenus et procédés à l'étude (Frank et Barzilai, 2006).

En ajustant la contextualisation des thématiques afin de favoriser l'intérêt des filles pour la ST, l'intérêt des garçons est aussi susceptible d'augmenter, car les mises en situation jugées intéressantes par les filles dans cette discipline le sont généralement aussi par les garçons (Christidou, 2006; Heering, 2000; Osborne et Collins, 2001). De plus, la collaboration et le travail de manipulation (*hands-on*) pourraient avoir un

impact positif sur les apprentissages des filles et des garçons (Cavallo et Laubach, 2001).

Malgré le fait que les stratégies d'enseignement soient déterminantes dans la construction d'attitudes positives à l'égard de la ST et que plusieurs constats appellent des changements dans le choix de celles-ci (Osborne et Collins, 2001), des chercheurs tels qu'Owen *et al.* (2008) mentionnent que peu de recherches s'intéressent aux conditions qui contribuent à un enseignement efficace afin de stimuler l'intérêt des élèves à l'égard de la ST. Des études restent donc à être menées afin d'identifier des stratégies pédagogiques susceptibles de favoriser le développement de l'intérêt des élèves face à cette discipline. À cet effet, il y aurait des éléments spécifiques à considérer au regard de la technologie. Il en sera question à la section suivante.

1.4 La technologie et l'intérêt des élèves à l'égard de cette discipline scolaire

Au cours des dernières décennies, il a été possible d'observer l'introduction dans les cursus scolaires d'éléments liés à l'ingénierie ou à la technologie à différents endroits dans le monde (Doppelt *et al.*, 2008). Cette implantation a été faite dans plusieurs cas à travers les cours de science (Sneider, 2011). L'arrivée de ces nouveaux contenus est entre autres justifiée par l'importance de plus en plus clairement reconnue de la technologie, et ce, non seulement pour l'individu, mais aussi pour la société (Bybee et McCrae, 2011).

Malgré ce souhait de rendre plus présente la technologie dans nos curriculums, plusieurs études mentionnent que les enseignants, en particulier ceux du primaire,

manquent souvent de connaissances pour soutenir le développement de l'intérêt pour la science et, à plus forte raison, de la technologie (Ateş et Eryilmaz, 2011; Mc Ewen, 2013; Rohaan *et al.*, 2009), cette discipline n'ayant pas été abordée suffisamment en profondeur dans leur formation initiale ou continue (Householder, 2011). À titre d'exemple, et selon les universités, sur les 120 crédits du baccalauréat en éducation au préscolaire et en enseignement au primaire (BÉPEP), les étudiants ne reçoivent au Québec qu'entre 3 et 6 crédits pour le volet de leur formation lié aux fondements et à la didactique de la ST (CSE, 2013). Les enseignants de ST du secondaire profitent quant à eux d'une formation plus étoffée pour les disciplines qu'ils enseignent, cependant, nombre d'entre eux se sentent tout de même mal préparés à créer et à piloter des activités liées à la technologie (El Fadil, 2016; Lacasse et Barma, 2012; Turner *et al.*, 2016). Selon une enquête de Hasni *et al.* (2012) portant sur le degré de maîtrise des contenus et des compétences disciplinaires en ST d'enseignants québécois à l'ordre d'enseignement secondaire, seulement 13,4 % des répondants considèrent qu'ils ont une *excellente* maîtrise des contenus technologiques, alors que 28,6 % la qualifient de *bonne*.

Ces constats peuvent en partie expliquer pourquoi certains chercheurs, dont Stables (1997), remettent en question les pratiques liées à la technologie qu'on retrouve en salle de classe. D'une part, il semble que celles-ci soient peu présentes à l'école. Les élèves interrogés dans le cadre d'une recherche menée par Owen *et al.* (2008) ont exprimé qu'une faible portion du temps des cours de ST qu'ils suivent est consacrée à la conception d'objets techniques ([OT] *making things*), soit seulement 16 % du temps.

D'autre part, ces pratiques d'enseignement seraient souvent incarnées dans des procédures rigides, s'apparentant à des recettes et ne faisant pas suffisamment de place à la construction des concepts ni à une véritable démarche entreprise par

l'élève. Bousadra *et al.* (2018) font état que, dans plusieurs cas, pour les activités associées à une conception d'un OT, on peut constater une réduction de ces projets à une succession d'étapes réalisées de manière linéaire. Ces chercheurs ajoutent que les mises en situation proposées aux élèves en technologie se réfèrent rarement à des contextes liés aux personnes ou à la santé, alors que de telles contextualisations pourraient favoriser le développement de l'intérêt pour cette discipline, en particulier pour les filles (NSERC, 2010). Les activités traditionnellement rencontrées dans l'enseignement de la technologie mettent plutôt l'accent sur des concepts techniques ou mécaniques, ce qui de manière générale n'attire pas autant les filles que les garçons (Ross, 2012). En somme, les élèves seraient peu exposés à des pratiques authentiquement technologiques et, lorsqu'ils le sont, ces pratiques gagneraient bien souvent à être bonifiées afin de cultiver plus efficacement l'intérêt à l'égard de la ST (Owen *et al.*, 2008).

En plus de ces constats relatifs à ces pratiques pédagogiques, il appert aussi que les élèves sont plus ou moins exposés à la technologie en dehors de l'école. À cet effet, les filles seraient moins souvent exposées à la technologie que les garçons, et ce, depuis leur plus jeune âge (Lewis, 2005; Mc Ewen, 2013). Par exemple, elles sont moins souvent en contact avec les jeux de construction et les activités visant à réparer divers dispositifs mécaniques ou électriques (Baron-Cohen *et al.*, 2003; Mitts et Haynie, 2010; Weber, 2012). De plus, elles manipulent moins souvent des outils pour construire ou réparer des objets (Osborne *et al.*, 2003). Quant aux garçons, ils auraient, dès leur jeune âge, plus d'occasions d'accroître leurs habiletés spatiales en manipulant des jouets qui en favorisent le développement (Hill *et al.*, 2010). En somme, les garçons profitent de plus nombreuses occasions de réaliser des activités de type mécanique ou technologique, ce qui contribue chez eux au développement d'une plus grande compétence technique (Shanahan, 2006). Ces influences sociales et culturelles pourraient entre autres expliquer que l'intérêt pour la technologie soit plus

élevé chez les garçons que chez les filles (Mammes, 2004). Déjà à l'âge de dix ans, un écart relatif au rapport à la technologie entre les deux genres est manifeste. Par contre, constat important, les filles auraient naturellement un plus grand intérêt pour les activités liées au design (Rohaam *et al.*, 2009 ; Weber, 2012). Cette piste devient pertinente au regard de leur implication à des tâches scolaires orientées vers la technologie. Comme le soulignent Potvin et Hasni (2018), les stratégies pédagogiques choisies peuvent avoir un impact majeur sur l'intérêt à l'égard de la ST.

Ainsi, les filles seraient plus intéressées par les activités de design, ancrées dans un contexte social, et les garçons par les activités impliquant l'usage d'outils et la construction d'objets. La combinaison de ces deux actions, *fabriquer* et *utiliser* (*making/utilizing*), pourrait constituer une avenue intéressante pour plaire aux deux genres (Rohaam *et al.*, 2009; Weber, 2012). Weber et Custer (2005) suggèrent ainsi que des activités liées à une démarche de conception d'un artéfact pourraient fournir un équilibre entre les activités de design et celles qui impliquent la construction et l'utilisation d'outils, « ce qui pourrait potentiellement rendre l'éducation à la technologie plus attrayante pour les filles et les garçons » (p. 68). Ce type d'approche serait en adéquation avec le fait que les filles apprendraient mieux en manipulant des objets et lorsque leur créativité peut être mise à profit (Cooper et Heaverlo, 2013). Ainsi, des interventions prometteuses afin d'intéresser tant les filles que les garçons pourraient être basées sur l'engagement des apprenants dans le cadre de démarches où ceux-ci sont actifs (Franz-Odendaal *et al.*, 2016; Swarat *et al.*, 2012).

De plus, il s'agirait d'une avenue prometteuse, car ce type de démarche peut être présentée dans le cadre d'une tâche engageante, en lien avec la « vraie vie », ce qui est susceptible de favoriser le développement de l'intérêt des filles et des garçons à l'égard de la ST (Mitts et Haynie, 2010; Weber et Custer, 2005). Ces éléments seraient donc à considérer dans la planification de tâches

d'enseignement/apprentissage visant à intéresser les filles et les garçons à la technologie.

Plusieurs démarches susceptibles de remplir ces conditions sont décrites dans la littérature scientifique (Campbell et Jane, 2012; Carr, 2011; Doppelt *et al.*, 2008; Frank et Barzilai, 2006; Gattie et Wicklein, 2007; Lawanto *et al.*, 2012; Lewis, 2005). Celles-ci sont liées au design et à la conception, et leurs appellations sont diverses : *Design Process in Engineering*, *Technological Problem Solving*, *Design-Based Learning*, *Engineering Design Process*, *Project-Based Technology* et *Technological Process of Design*. Dans le PFEQ en vigueur dans les classes du primaire au moment où la présente recherche a été conduite, le terme « démarche de conception technologique » (DCT) est celui utilisé pour qualifier ce type de démarche.

Les démarches qui permettent aux élèves d'être actifs, comprenant la conception d'artéfact dans un contexte technologique en lien avec le quotidien, sont donc susceptibles de favoriser l'intérêt des élèves pour les STIM, en particulier chez les filles, mais leur impact reste à étudier plus en profondeur (Cooper et Heaverlo, 2013). Sládek *et al.* (2011) mentionnent pour leur part que plus de recherches devraient être menées afin de mieux comprendre comment l'enseignant peut favoriser le développement de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST. Cela nous conduit ici à formuler nos questions de recherche.

1.5 Les questions de recherche

Considérant :

- que l'enseignement de la ST à l'école n'arrive pas, pour bien des élèves, à cultiver de manière satisfaisante leur intérêt à l'égard de cette discipline;
- que la transition entre le primaire et le secondaire serait un moment charnière dans le phénomène du déclin de l'intérêt pour la ST et que cette tendance serait très difficile à renverser par la suite;
- que le choix des stratégies pédagogiques pourrait avoir un effet sur l'intérêt des élèves à l'égard de la ST;
- que les filles semblent davantage affectées par les phénomènes ci-haut mentionnés;
- que les stratégies pédagogiques en technologie susceptibles d'avoir un effet sur l'intérêt des élèves à l'égard de ce volet en ST sont peu documentées;

ces éléments nous amènent à examiner les effets d'une stratégie pédagogique, soit la démarche de conception technologique — que nous qualifierons de modèle pédagogique au chapitre II — sur le développement de l'intérêt à la fin du primaire et au début du secondaire, moment clé de l'évolution de l'intérêt des élèves pour la ST.

Par conséquent, nos questions de recherche sont les suivantes :

1. Quel est l'effet d'activités s'appuyant sur un modèle de démarche de conception technologique sur l'intérêt des élèves en classe de science et technologie aux abords de la transition primaire-secondaire ?

- a. Quel est son impact sur le développement d'un intérêt à court terme (intérêt situationnel) ?
- b. Quel est son impact sur le développement d'un intérêt à long terme (intérêt individuel) ?

2. Ce modèle de DCT a-t-il un impact différent sur les filles et les garçons ?

Sur le plan scientifique, cette recherche permettra de mieux connaître l'impact d'un modèle de DCT sur le développement de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST. Nos travaux visent aussi à décrire ses effets sur les garçons et les filles. De plus, par les caractéristiques retenues pour définir notre modèle de DCT, nos travaux seront susceptibles de contribuer à la clarification de la conceptualisation de ce type de démarche.

Sur le plan de la pratique, les connaissances qui émergeront de nos travaux pourraient mieux outiller les enseignants pour la conception et le pilotage d'activités susceptibles de favoriser le développement de l'intérêt à l'égard de la ST. Cette étude a également pour but de contribuer à une meilleure connaissance des actions à mettre en place pour les filles et les garçons dans un contexte de classe de ST au primaire et au secondaire.

Le prochain chapitre, soit le cadre théorique, définit les deux concepts phares de cette recherche, soit celui de démarche de conception technologique (DCT) et celui d'intérêt.

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE

Au premier chapitre, nous avons abordé le désintérêt des jeunes, et à plus forte raison celui des filles, aux carrières liées aux STIM. Les stratégies pédagogiques actuellement en vigueur dans les salles de classe semblent peu stimuler l'intérêt des jeunes à la ST. Les propos évoqués dans le premier chapitre ont permis de mettre en évidence que les activités liées à la démarche de conception technologique (DCT) pourraient influencer positivement l'intérêt des élèves pour la ST. Ce chapitre vise à présenter les deux concepts principaux faisant l'objet de cette recherche et permettant d'apporter un éclairage théorique à la problématique à l'étude, soit la démarche de conception technologique et l'intérêt.

2.1 La démarche de conception technologique (DCT)

La première section de ce chapitre s'attarde à la démarche de conception technologique (DCT). Tout d'abord, cette démarche est déclinée tant comme méthode pédagogique que comme modèle pédagogique. Par la suite, notre modèle de DCT est positionné dans un contexte de résolution de problèmes et la justification de ce choix est explicitée. Enfin, nous accordons une attention particulière à l'opérationnalisation de ce modèle en classes du primaire et du secondaire.

2.1.1 La DCT comme méthode pédagogique et modèle pédagogique

D'entrée de jeu, précisons que la DCT peut être qualifiée de *méthode pédagogique* (Messier, 2014)². Nous retenons comme définition de méthode pédagogique l'énoncé suivant : « stratégie pédagogique, validée empiriquement ou scientifiquement, connue et partagée sous une appellation distincte dans le cadre de la profession enseignante » (Messier, 2014, p. 215). En cohérence avec cette définition, la DCT est clairement nommée dans différents encadrements ministériels actuellement en application au Québec, comme le *Programme de formation de l'école québécoise* (MEQ, 2006, 2007) et la *Progression des apprentissages* (MELS, 2011). Elle est également largement reconnue dans le monde de l'éducation par les différents intervenants qui œuvrent en ST, comme les enseignants, les conseillers pédagogiques et les formateurs universitaires, ainsi que par des organismes externes tels que l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec (AESTQ) ou le réseau Technoscience.

Toujours selon Messier (2014), une méthode pédagogique peut s'exprimer par différents *modèles pédagogiques*. En ce qui a trait au concept de modèle pédagogique, nous nous appuyerons sur la définition suivante : « méthode pédagogique, représentée de manière simplifiée, validée empiriquement ou scientifiquement en référence à une situation pédagogique » (Messier, 2014, p. 216). Dans la littérature consultée, il existe de nombreux modèles pédagogiques se référant à la DCT. En voici quelques exemples :

² Afin de soutenir notre définition de la DCT, nous avons recours à plusieurs éléments issus de l'anasynthèse de Messier (2014). Cette thèse visait à clarifier différents concepts apparentés au terme *méthode* en pédagogie.

- Le *Technological Problem Solving* (Custer *et al.*, 2001; Mioduser, 1998) présente la DCT comme la recherche d'une solution (ayant comme résultante la conception d'un prototype) à un problème technologique. Cette recherche s'appuie sur un ensemble de connaissances et d'habiletés, vu sur un continuum, allant de novice à expert.
- Le *Project-Based Technology* (Frank et Barzilai, 2006) vise la réalisation d'un projet, souvent interdisciplinaire, dans lequel les élèves construisent leurs apprentissages en concevant un produit technologique réel (prototype).
- L'*Engineering Design Process* (Berland *et al.*, 2014; English *et al.*, 2012, Guerra *et al.*, 2012; Hynes, 2012; Shanahan *et al.*, 2016; Wilson-Lopez *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2017) est vu comme la création d'un prototype en réponse à un besoin. Ce modèle pédagogique est inspiré du processus réalisé en ingénierie et adapté au contexte scolaire.

Il est possible de retrouver, dans les écrits scientifiques, plusieurs autres modèles pédagogiques liés au design et à la conception, comme le *Technological Process of Design* (Campbell et Jane, 2012), le *Design-Based Learning* (Doppelt *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2015), et le Design Process (Sung et Kelly, 2019). Chacun des construits possède des caractéristiques propres, mais ils partagent également des traits communs. Ceux-ci seront décrits plus en détail dans ce chapitre. Toutefois, précisons déjà que tous ces modèles pédagogiques décrivent un processus systématique (Dym *et al.*, 2005) dans lequel un concepteur :

1. génère, développe, évalue et communique des idées d'un produit ou d'un système en réponse à un besoin manifesté (Barlex, 2011; Dym *et al.*, 2005; Mathis *et al.*, 2018). En ce sens, une DCT est orientée vers un but, car le produit ou le système développé doit répondre à une ou des fonctions déterminées par ce besoin (ITEA, 2007); de plus, il

2. tient compte de contraintes spécifiques telles que le temps, l'argent et les ressources disponibles (ITEA, 2007); et il
3. réalise son travail dans le cadre de procédures ou d'étapes dont l'ordre d'exécution n'est pas figé (ITEA, 2007). On parle donc ici d'un processus itératif qui implique, comme le définissent Zeiler *et al.* (2007), un ensemble d'allers-retours de la part du concepteur lorsqu'il choisit parmi un ensemble d'options possibles la solution retenue en fonction des contraintes. Cette démarche requiert ainsi plusieurs prises de décision au cours du processus qui mènent à la solution choisie dans le contexte donné (Mathis *et al.*, 2018; NRC, 2012).

De telles prises de décisions s'appuient sur des connaissances et des compétences que possède le concepteur (Mathis *et al.*, 2018). Ainsi, selon le contexte, il est possible de mobiliser des savoirs et des compétences scientifiques, technologiques ou mathématiques (Mathis *et al.*, 2018). De plus, le processus de conception peut également générer de nouveaux savoirs. Ainsi, la nature de l'activité liée à la conception est considérée comme l'un des exercices les plus exigeants sur le plan intellectuel (Lawson, 2004). Comme le décrivent Doppelt *et al.* (2008), le processus de conception est riche et complexe, celui-ci possédant de nombreuses facettes.

2.1.2 La DCT dans un contexte de résolution de problèmes

La mise en œuvre d'un tel processus doit donc se faire avec soin. Dans le cadre d'une vaste recension, Lawson et Dorst (2009) mentionnent que plusieurs modèles de DCT exploités en classe se basent essentiellement sur un processus de résolution de problèmes. Ce type d'activités permet d'offrir aux élèves un contexte authentique et

signifiant dans un cadre ouvert (Kelley et Kellam, 2009), inspiré de l'ingénierie (Guerra *et al.*, 2012). Plusieurs auteurs insistent sur l'importance de faire des liens entre les activités à réaliser et des situations de la vie quotidienne afin d'accroître l'intérêt des élèves pour la ST (Apedoe *et al.*, 2008; Lawanto *et al.*, 2012; Schunn, 2011). Dans le cadre du modèle pédagogique de DCT que nous proposons, nous situons donc les activités présentées aux élèves dans un contexte de résolution de problèmes faisant des liens avec leur réalité. Ce modèle, détaillé à la section 2.1.3, constitue une synthèse inédite de modèles existants.

Afin de générer un contexte authentique, selon Putnam et Borko (2000), une grande importance devrait être accordée à la description de la mise en situation en la campant dans un contexte physique et social. Une contextualisation riche et en lien avec le quotidien est susceptible de faciliter l'appropriation de la tâche par les élèves. Par exemple, elle peut les aider à tenir plus facilement compte des contraintes données, celles-ci faisant sens pour eux. De plus, le contexte choisi rend plus signifiante l'application des concepts liés aux STIM (Pinelli et Haynie, 2010). Pour être plus près de la réalité, la mise en contexte gagne à permettre différentes solutions et à être présentée dans un cadre ouvert permettant l'utilisation de diverses stratégies de résolution (NRC, 2012). Les élèves peuvent ainsi décider de la manière avec laquelle ils abordent le problème ou choisir les matériaux à utiliser. Par leurs différents attributs, les problèmes proposés sont alors susceptibles de fournir aux apprenants une expérience d'apprentissage stimulante (English *et al.*, 2012), ce qui apparaît essentiel, en particulier en début de parcours au secondaire (Silver *et al.*, 2009).

Enfin, Lawanto *et al.* (2012) insistent également sur l'importance de choisir soigneusement le degré de difficulté et de complexité des problèmes soumis aux élèves. Comme le souligne Barlex (2011), une conception technologique est par nature un processus créatif et, afin de permettre à cette créativité de mener à bien

d'authentiques activités de conception, un équilibre délicat entre défi et compétence est requis. Selon Barmby *et al.* (2008), les tâches proposées doivent présenter aux élèves un défi réel qui reste malgré tout à leur portée. Le soutien de l'enseignant gagne également à être adapté à tous les élèves, qu'il s'agisse des moins ou des plus performants (Stables, 1997).

Le contexte dans lequel nous situons la DCT étant défini, il importe maintenant de décrire comment le modèle que nous proposons s'opérationnalise en classe.

2.1.3 L'opérationnalisation de la DCT en classe

En contexte réel dans les différents champs d'ingénierie, des DCT sont exploitées afin de guider les ingénieurs dans la recherche de solutions à des problèmes qui leur sont confiés (Hynes, 2012). Ces modèles sont multiples et tiennent compte de nombreux éléments essentiels à considérer en ingénierie. Les méthodes et les pratiques déployées par les ingénieurs peuvent ainsi devenir des cadres inspirants pour les enseignants (Turner *et al.*, 2016), mais de tels processus gagnent à être simplifiés lorsqu'ils sont transposés en salle de classe au primaire et au secondaire (ITEA, 2007). Elles doivent alors faire l'objet d'une adaptation.

En ce sens, Sung et Kelley (2019) expliquent que les modèles de DCT exploités en enseignement ont été développés par une simplification de l'ensemble des activités complexes liées à la conception en contexte réel. Ces modèles simplifiés sont utiles aux apprenants, car ils sont susceptibles de leur fournir des lignes directrices pour les guider dans leur démarche. Ceux-ci fournissent également des balises aux enseignants afin de soutenir les élèves dans la réalisation de leur tâche.

En ce sens, le modèle de DCT que nous proposons présente des actions que l'élève réalisera tout au long de ce processus, et d'autres que l'enseignant mettra en œuvre afin de le soutenir. Le terme *composante* décrit les actions que l'élève réalise au cours de ce processus. Le choix de ce terme s'appuie sur le fait que c'est la combinaison des actions posées par l'élève et leur orchestration, plus qu'une simple juxtaposition (MEQ, 2006), qui permettra à la démarche d'émerger.

Nous qualifions de *techniques d'enseignement* (Messier, 2014) les actions posées par l'enseignant. Une technique d'enseignement peut être définie comme un « moyen pédagogique employé par l'Agent pour que les Sujets atteignent un ou des objectifs pédagogiques spécifiques dans le cadre d'une situation pédagogique » (Messier, 2014, p. 222). Afin de bien comprendre ce qui est attendu de l'enseignant lors de la mise en œuvre de ces techniques, des précisions seront fournies pour chacune d'elles au moyen de *procédés d'enseignement* (Messier, 2014). Par *procédé d'enseignement*, nous entendons un « moyen pédagogique employé par l'Agent, intégré à une technique d'enseignement ou une technique pédagogique, pour que les Sujets atteignent un ou des objectifs pédagogiques spécifiques dans le cadre d'une situation pédagogique » (Messier, 2014, p. 225). Ainsi, puisque le modèle de DCT que nous proposons détaille avec soin les actions posées par l'enseignant, celui-ci pourrait être qualifié de *modèle didactique* (Messier, 2014). En effet, comme le décrit Messier (2014), celui-ci constitue une « représentation simplifiée d'un objet à enseigner ou d'une stratégie pédagogique axée sur la relation didactique entre l'Agent et l'Objet, qui s'appuie sur un cadre théorique qui le justifie » (p. 137). Il importe également de préciser que les composantes ainsi que les techniques et procédés d'enseignement que nous décrirons dans cette section se veulent flexibles et s'inspirent de différents modèles, mentionnés précédemment. Toutefois, Lawson et Dorst (2009) émettent des mises en garde contre le risque d'une simplification excessive, celle-ci risquant de faire perdre l'essence même de ce processus. Hynes (2012) précise qu'une

compréhension superficielle d'une DCT par l'enseignant pourrait le mener à la reléguer à une succession d'étapes, à la manière d'une recette, au lieu de fournir aux élèves des informations détaillées sur celle-ci et sur les fonctions de ses composantes. Comme le constate McCormick (2004), les problèmes à résoudre mobilisant une DCT se résument trop souvent en procédures que les élèves « ont à faire », comme devoir réaliser deux croquis avant de passer à une étape suivante. Dans un tel cas, lorsqu'on analyse les traces du travail effectué, celles-ci portent à croire que l'élève a mené à bien le processus, mais ces enregistrements ne représentent pas nécessairement le cheminement qu'il a réalisé. L'enjeu est donc de taille, soit de faire émerger des lignes directrices afin de soutenir l'apprenant dans la résolution de ce problème en évitant simultanément d'étouffer son processus personnel et en conservant la richesse offerte par le contexte de la DCT (Clarkson et Eckert, 2005). Plusieurs chercheurs se sont penchés sur la question et il est possible de dégager certains consensus.

Dans une recension portant sur plusieurs modèles de DCT, Cross (2000) note que ceux-ci ont une structure de base commune qui implique une analyse, une synthèse et une évaluation. L'analyse cherche à clarifier les aspects à considérer pour résoudre le problème (Sung et Kelley, 2019). La synthèse porte tant sur les ressources mises à disposition du concepteur et sur les informations liées aux solutions possibles que sur les solutions elles-mêmes. L'évaluation vise à tester une solution retenue, à l'améliorer pour éventuellement la communiquer.

Ces propos rejoignent ceux de Turner *et al.* (2016) qui se basent sur des sphères d'ingénierie interreliées entre elles, proposées par le *Next Generation Science Standards* (NRC, 2012), soit : cerner le problème (*define*), concevoir et optimiser. *Cerner le problème* suppose entre autres de considérer les contraintes et les critères à respecter. *Concevoir* implique plusieurs actions à réaliser afin de rendre

opérationnelle une solution retenue. *Optimiser* demande de tester une solution, de juger de son efficacité en fonction de critères et l'améliorer au besoin.

La Figure 2.1 illustre une combinaison de ces deux propositions pour décrire une structure de base à notre modèle de DCT en quatre phases. Le choix de présenter *analyser*, *concevoir* et *optimiser* de manière à ce qu'ils se chevauchent vise à symboliser les liens possibles entre ceux-ci ainsi que l'aspect itératif de la démarche. Comme la communication est vue par plusieurs auteurs (Berland *et al.*, 2014; Shanahan *et al.*, 2016; Turner *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2017) comme venant à la fin du processus de conception, nous choisissons donc de la positionner sous la phase *optimiser*. Cependant, comme il en sera question dans les prochaines sections, la communication étant omniprésente dans tout le processus, nous faisons le choix de la placer dans un encadré dans lequel les quatre phases sont incluses.

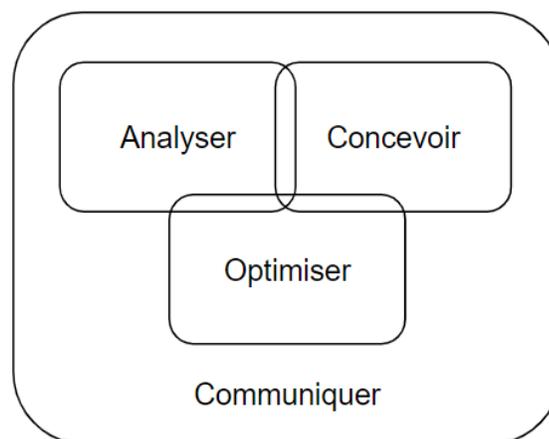


Figure 2.1 Représentation de la structure de base de notre modèle de DCT

Afin de pouvoir l'opérer dans un contexte de classe, il est utile de préciser davantage la nature de chacune des phases de ce modèle. Dans la littérature scientifique, plusieurs travaux décrivent des « étapes » pour définir le processus réalisé par les

élèves dans la mise en œuvre d'une DCT (Berland *et al.*, 2014; Hynes, 2012; ITEA, 2007; Turner *et al.*, 2016; Zeiler *et al.*, 2007; Zhou *et al.*, 2017). Comme mentionné précédemment, nous avons plutôt choisi le terme *composante* pour poursuivre la description de notre modèle de DCT, afin de nous éloigner d'une description qui serait comprise comme essentiellement séquentielle. À notre avis, et à la lumière de nombreux écrits scientifiques (Lottero-Perdue *et al.*, 2016; Shanahan *et al.*, 2016; Sung et Kelley, 2019; Wojcieszak et Zaid, 2016), une définition du processus réalisé lors d'une DCT se doit de mettre l'accent sur son processus non linéaire et itératif.

2.1.3.1 Analyser le problème

Dans une DCT, il importe d'abord qu'un besoin soit problématisé (NRC, 2012). *Analyser le problème* implique de comprendre des exigences qui devront être satisfaites. Afin de bien cerner celles-ci, des énoncés sont habituellement fournis à l'élève dans la description du problème (Zeiler *et al.*, 2007). Pour ce faire, Barlex (2011) ainsi que Doppelt *et al.* (2008) proposent la création d'un dossier de conception, aussi appelé *cahier des charges* dans le PFEQ (MEQ, 2006). Celui-ci est constitué d'énoncés, soit les contraintes du problème, dans lequel on pourra préciser la fonction et les caractéristiques souhaitées d'un produit ou les limites imposées, comme la taille et le coût (ITEA, 2007). Le cahier des charges peut aussi indiquer des informations au sujet du contexte dans lequel la conception sera utilisée et les ressources qui pourront être exploitées. On parlera alors de contraintes de divers ordres, par exemple sur le plan technique, économique ou environnemental, celles-ci fournissant des précisions sur le travail attendu de l'élève (Wilson et Harris, 2004). Ces exigences peuvent être nombreuses et parfois entrer en tension les unes avec les autres. Le concepteur devra alors faire des compromis, en fonction de l'analyse qu'il fait de la situation.

Afin d'*analyser*, c'est-à-dire de traiter toutes ces informations, l'élève peut *identifier et décrire le besoin* (Berland *et al.*, 2014; English *et al.*, 2012), *clarifier les contraintes* (Custer *et al.*, 2001; Sung et Kelley, 2019) et *cibler les critères de réussite* (Shanahan *et al.*, 2016). Pour ce faire, il examine le contexte et pose des questions pour mieux comprendre les différents termes, concepts ou idées liés au besoin (Custer *et al.*, 2001). Des discussions entre élèves à ce propos leur permettent de valider leur compréhension du besoin et des contraintes, entre autres en comparant les informations qu'ils identifient comme étant les plus importantes (Kim *et al.*, 2015). L'appropriation du problème peut se faire également en identifiant des sous-problèmes ou plusieurs buts à travers la tâche complexe (Berland *et al.*, 2014). De plus, selon Sung et Kelley (2019), établir des liens avec le contexte du problème et des expériences ou connaissances antérieures est susceptible d'aider l'apprenant à se façonner une représentation plus complète de la situation. Enfin, s'il a efficacement cerné les principaux enjeux du problème, l'élève devrait être en mesure de synthétiser les aspects essentiels du problème dans ses mots (Wilson-Lopez *et al.*, 2016). Il peut alors cibler les critères de réussite en fonction du contexte et des contraintes (Fantz *et al.*, 2011). Notons qu'à tout moment dans la suite du processus, il lui est possible de revoir les différentes informations reçues initialement afin d'en bonifier sa compréhension, cette démarche, rappelons-le, étant itérative.

Afin de synthétiser ces propos, la Figure 2.2 précise les composantes associées à la phase d'analyse d'une DCT.

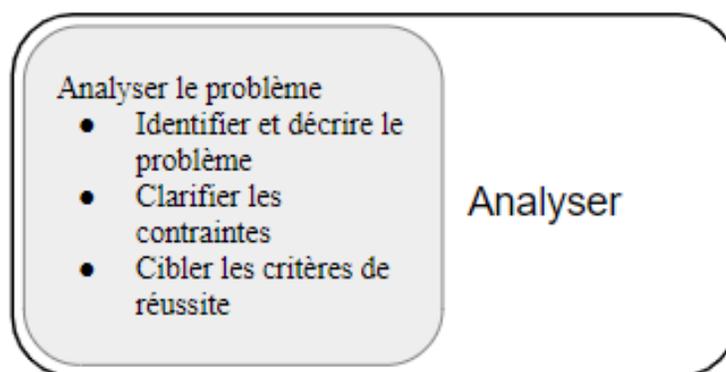


Figure 2.2 Composantes associées à la phase d'analyse de la DCT

Bien qu'elle soit d'une importance primordiale, la composante *analyser le problème* est souvent négligée par les élèves. Zhou *et al.* (2017) relèvent que des experts, comme des ingénieurs en exercice, passent beaucoup de temps à établir une clarification du problème et des objectifs par comparaison avec des élèves ou des étudiants. Dans le même sens, Yang (2005) a constaté que le temps consacré à la définition du problème était un facteur qui semblait soutenir les conceptions plus réussies. Ainsi, à la lumière des propos de ces chercheurs, lors de la conception et de la mise en œuvre d'activités visant à réaliser une DCT, une attention particulière devrait être accordée à l'analyse du problème. L'enseignant mobilise alors des techniques d'enseignement afin de soutenir adéquatement les élèves dans leur analyse du problème. Pour ce faire, celui-ci effectue d'abord la présentation de la mise en situation aux élèves. Ensuite, il procède à une activation de leurs connaissances ou expériences antérieures au regard de connaissances pertinentes qu'ils pourraient posséder ou d'activités similaires qu'ils auraient déjà réalisées. De plus, l'enseignant anime une discussion ayant pour but la validation entre pairs de la compréhension du problème et des contraintes ainsi que l'identification des critères de réussite.

De telles techniques d'enseignement sont susceptibles de fournir des balises au regard des actions que l'enseignant doit poser. Afin de soutenir l'opérationnalisation de notre modèle, des procédés d'enseignement précisent davantage ce que ce dernier réalise lors de la mise en application des techniques d'enseignement. Par exemple, lors de l'activation des connaissances ou d'expériences antérieures, l'enseignant questionne les élèves et, au besoin, effectue des rappels au sujet de notions vues précédemment ou d'activités déjà réalisées.

Le Tableau 2.1 présente l'ensemble des actions que l'enseignant met en oeuvre dans la phase d'analyse. Celui-ci reprend les techniques d'enseignement mobilisées par l'enseignant afin de soutenir l'élève dans l'analyse du problème. Ce même tableau répertorie aussi l'ensemble des procédés d'enseignement proposés par notre modèle de DCT pour cette phase.

Tableau 2.1 Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase d'analyse dans la DCT

Phase d'analyse	
Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
Présentation de la mise en situation aux élèves	<ul style="list-style-type: none"> › Lire la mise en situation de l'activité aux élèves. › Laisser du temps aux élèves pour relire la mise en situation en surlignant ou en annotant au besoin.
Activation des connaissances ou des expériences antérieures	<ul style="list-style-type: none"> › Questionner les élèves au sujet des connaissances antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. › Questionner les élèves au sujet des expériences antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. › Reformuler les propos des élèves. › Noter les propos des élèves au tableau. › Faire des rappels pour favoriser l'établissement de liens avec des connaissances antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. › Faire des rappels pour favoriser l'établissement de liens avec des expériences antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche.
Animation d'une discussion ayant pour but : <ul style="list-style-type: none"> › la validation entre pairs de la compréhension du problème et des contraintes; › l'identification des critères de réussite. 	<ul style="list-style-type: none"> › Donner du temps aux élèves pour discuter en équipe du problème et de ses contraintes. › Poser des questions aux élèves au sujet du problème et de ses contraintes. › Demander aux élèves d'identifier les critères de réussite. › Reformuler les propos des élèves. › Noter les propos des élèves au tableau. › Faire une synthèse des propos des élèves. › Faire reformuler par des élèves : <ol style="list-style-type: none"> 1. le problème et les contraintes; 2. les critères de réussite.

2.1.3.2 Explorer et générer des idées

Une fois le problème défini, il est possible de passer à l'idéation. Nous entrons ici dans la phase *concevoir*.

Tout d'abord, *explorer et générer des idées* est d'une importance capitale dans le processus et caractérise les DCT (NRC, 2012). Pourtant, bien souvent, les élèves ont davantage tendance à émettre une seule idée et à la conserver jusqu'à la fin de leur démarche, qu'elle soit fertile ou non (Berland *et al.*, 2014). Newstetter et McCracken (2001) rapportent d'ailleurs que, dans une liste qui leur était soumise, des étudiants en ingénierie plaçaient l'énoncé *générer d'autres solutions possibles* parmi les activités les moins pertinentes dans une démarche de conception. Afin de contrer cette cristallisation de la première idée venue, l'élève est guidé dans l'accomplissement de diverses actions.

Pour favoriser un foisonnement d'idées, l'élève *explore des solutions existantes* (Berland *et al.*, 2014). La consultation de livres, de photos ou de sites Internet peut les inspirer, par exemple en observant ce que d'autres ont déjà fait pour solutionner des problèmes similaires (Shanahan *et al.*, 2016). Des entrevues pourraient aussi être menées par les élèves auprès de personnes susceptibles de partager avec eux des pistes de solutions (Custer *et al.*, 2001). Présenter le matériel disponible aux élèves et leur permettre de le manipuler peut également être utile dans leur processus de création (Lottero-Perdue *et al.*, 2016). Ils commencent alors à réfléchir à la manière dont ce matériel pourrait être exploité afin de solutionner le problème qui leur est confié.

Pour enrichir cette exploration d'idées existantes, plusieurs auteurs suggèrent de

réaliser un remue-méninges afin d'identifier de multiples solutions potentielles (Crismond et Adams, 2012; Doppelt *et al.*, 2008; Litchfield, 2009). Dans le but de favoriser l'émergence d'idées, Turner *et al.* (2016) proposent d'effectuer le remue-méninges de manière collaborative. L'élève énonce alors des idées et bénéficie de celles des autres (Sung et Kelley, 2019). Les discussions peuvent se réaliser en grand groupe ou en équipes. À ce moment, lorsqu'on divise les élèves en sous-groupes, chaque équipe est responsable de rapporter des idées à la classe entière (Kim *et al.*, 2015). Lors de ces échanges, il peut aussi être question des concepts scientifiques, technologiques ou mathématiques qui risquent d'être utiles pour concevoir le design (Sung et Kelley, 2019).

Les travaux de Litchfield (2009) indiquent que plus le nombre de solutions potentielles est élevé, plus la solution finale est susceptible d'être d'une qualité supérieure. En ce sens, selon Shanahan *et al.* (2016), il est primordial d'instaurer un climat de respect dans lequel les élèves n'ont pas peur de partager leurs idées spontanées. Accepter toutes les idées lors du remue-méninges, même les plus inhabituelles, s'avère un moyen efficace pour générer un nombre important de possibilités (Householder et Hailey, 2012).

Afin d'illustrer les potentielles solutions qu'il a en tête et de les partager, l'élève pourra *réaliser des croquis* (Shanahan *et al.*, 2016). Il y a déjà plusieurs années, Ropohl (1997) soulignait que l'aspect créatif lié au design dans un contexte technologique est unique : le concepteur doit imaginer un objet qui n'existe pas encore et déterminer des détails spatiaux qui ne peuvent encore être observés, mais qui seront éventuellement matérialisés par des procédés de production. Le croquis est l'un des moyens de témoigner de ce que le concepteur fait naître dans son esprit.

Aux premiers stades de la conception, on ne dispose habituellement que de croquis afin de décrire l'apparence de l'objet à concevoir (Zeiler *et al.*, 2007). Bien que généralement bruts et incomplets, les croquis visent à soutenir le développement d'idées et de rendre compte de celles-ci dans un format communicable (Barlex, 2011). L'utilisation d'une représentation visuelle est dans ce cas plus efficace que des mots pour préciser différentes caractéristiques de l'objet (ITEA, 2007). Les croquis peuvent être plus ou moins détaillés et présenter plusieurs informations telles que les matériaux utilisés, les mesures, les caractéristiques structurelles ou différentes vues (English *et al.*, 2012). Ainsi, en plus de favoriser le partage de solutions potentielles, les croquis sont susceptibles d'aider les élèves à raffiner leurs idées, à travailler l'aspect des proportions ou des mesures et à réfléchir au matériel qui pourrait être utilisé (Shanahan *et al.*, 2016). Ceux-ci constituent des enregistrements visuels précieux des caractéristiques de différentes solutions envisagées, contribuant ainsi à mettre la démarche par écrit (Wicklein *et al.*, 2009).

Le concepteur peut recourir à des moyens plus sophistiqués pour illustrer les pistes de solutions. Des plans ou schémas avec annotations peuvent être exploités à cette fin (Wilson et Harris, 2004). Il est également possible de recourir à des logiciels de dessins assistés par ordinateur pour modéliser l'apparence en trois dimensions des conceptions. Ces derniers favoriseraient les apprentissages liés à construction de l'objet (Taleyarkhan *et al.*, 2018) ainsi qu'aux habiletés de visualisation spatiale (Pinnell *et al.*, 2013). Ces modèles donnent un réalisme tridimensionnel de l'idée de conception et il est possible de simuler une série de tests afin de valider plusieurs paramètres de l'éventuel objet réel, telle sa résistance à une pression (Barlex, 2011).

En contexte de classe, Stables (1997) déplore que bien souvent, on demande aux élèves de dessiner ce qu'ils vont fabriquer sans préparation et il en résulte que les croquis ressemblent peu à ce qu'ils vont construire en définitive. Cette façon de faire

ne les soutiendrait pas dans leur processus de conception. L'auteure formule à cet effet la mise en garde suivante : le moyen employé, soit la production d'un croquis, devrait demeurer un moyen et ne pas devenir une fin en soi. La réalisation de croquis doit ainsi être vue comme une stratégie concomitante à l'expression et au développement de ses idées (Stables, 1997).

2.1.3.3 Sélectionner une idée

Parmi toutes les pistes identifiées, il faudra éventuellement tenter de choisir la solution optimale, c'est-à-dire déterminer celle qui répond le mieux au besoin initial en fonction du contexte et des contraintes (Hynes, 2012). *Sélectionner une idée* est une composante essentielle du processus.

Afin d'effectuer ce choix important, il est primordial, comme le suggèrent Berland *et al.* (2014), de développer une approche systématique, car laisser les élèves négocier entre eux sans encadrement pourrait ne pas être fructueux (Householder et Hailey, 2012). Des paramètres clairs sont donc nécessaires pour soutenir la sélection de l'idée qui sera considérée comme étant la meilleure. Dans le processus de conception, ces paramètres sont les critères ayant été déterminés initialement. Fantz *et al.* (2011) précisent que les élèves peuvent revoir ces critères au moment de réaliser la sélection de l'idée qui sera retenue. Un retour au contexte présenté au départ ainsi qu'au cahier des charges est essentiel à cette fin.

En gardant en tête ces critères, les élèves effectuent des inférences pour réaliser la sélection de ce qu'ils estimeront être la meilleure option (Wilson-Lopez *et al.*, 2016). Ils se demandent alors : quelle solution est susceptible de fonctionner le mieux ? Pour

ce faire, ils déterminent quels sont les avantages et les désavantages des pistes proposées en fonction des critères déterminés et pour lesquelles les avantages sont plus importants que les désavantages. Par exemple, ils peuvent identifier quelles solutions s'avèrent possibles compte tenu du temps et du matériel mis à leur disposition, ou lesquelles remplissent le mieux la fonction demandée (Shanahan *et al.*, 2016).

Kelley (2010) suggère d'utiliser une matrice de décision pour consigner les arguments menant à l'identification de la solution considérée comme optimale. Cette matrice pourrait prendre la forme d'un tableau de consignation. Les éléments notés permettraient de rendre explicites les différentes possibilités envisagées et de quantifier le degré de satisfaction de chacune d'elles par rapport aux critères retenus (Householder et Hailey, 2012). Cette façon de faire a pour but de faciliter la discussion entre les élèves et de leur faire prendre conscience de ce qui justifie leurs décisions. Une fois un choix effectué, les élèves pourront retourner au croquis qui illustre la piste de solution retenue et le peaufiner au besoin (Lottero-Perdue *et al.*, 2016).

2.1.3.4 Sélectionner les ressources et les outils appropriés

Pour procéder à la matérialisation de la piste retenue, les élèves *sélectionnent les ressources* qu'ils comptent utiliser. Pour favoriser la richesse du processus de conception, différents matériaux sont mis à leur disposition (ITEA, 2007). Les apprenants s'interrogent alors sur les caractéristiques des matériaux afin d'effectuer leurs choix, car ceux-ci possèdent des propriétés qui auront nécessairement un impact sur leurs performances et les moyens par lesquels ils peuvent être manipulés et intégrés à leur production (Barlex, 2011). Les élèves pourraient également effectuer

des tests afin d'évaluer leurs propriétés, par exemple pour déterminer quel matériau mis à leur disposition est le plus imperméable (ITEA, 2007).

Ce travail à réaliser peut nécessiter l'utilisation d'outils à main ou parfois de machines-outils (Barlex, 2011). Des outils simples peuvent être utilisés pour couper, façonner et combiner des matériaux. L'élève devra donc également *sélectionner les outils appropriés* à sa production.

2.1.3.5 Construire un prototype

Afin de concrétiser le design de l'élève, il arrive fréquemment qu'on lui demande de réaliser une production. Dans un contexte scolaire, celle-ci prend souvent la forme d'un artéfact tangible que l'on nomme *prototype* (Barlex, 2011; Chatoney et Andreucci, 2009; Doppelt *et al.*, 2008; Kelley et Kellam, 2009; Lewis, 2005). Celui-ci réfère à un modèle simplifié qui tente d'imiter ou de représenter la piste de solution choisie par le concepteur (Dym *et al.*, 2005). À titre d'illustration, un prototype d'avion réalisé en classe serait vraisemblablement assez petit et pourrait voler dans une soufflerie, mais il ne comprendrait pas nécessairement tous les éléments d'un véritable avion (Hynes, 2012). Bien qu'ils ne représentent qu'une approximation de la réalité, les prototypes peuvent être utiles afin de mettre en lumière certains principes impliqués dans la conception (Householder et Hailey, 2012).

Construire un prototype rend l'élève actif dans ses apprentissages, entre autres par son volet lié à la manipulation. Dans une DCT, cet aspect est souvent considéré comme fondamental. Crismond (2001) considère d'ailleurs la manipulation comme le critère le plus important afin de rendre la démarche authentique. D'une part, travailler

avec du matériel stimule la créativité des élèves (ITEA, 2007) et leur permet de clarifier leurs idées en les concrétisant (Householder et Hailey, 2012). L'enseignant peut alors soutenir l'élève dans ce travail en lui posant des questions afin de favoriser le développement de ses idées (Wojcieszak et Zaid, 2016). D'autre part, construire un prototype est très stimulant pour bon nombre d'élèves, car ils ont alors la chance de voir leur idée de conception se matérialiser (Householder et Hailey, 2012). Cette production témoigne des décisions prises à travers le processus (Denson et Lammi, 2014).

La Figure 2.3 reprend les composantes décrites pour la phase de conception d'une DCT.

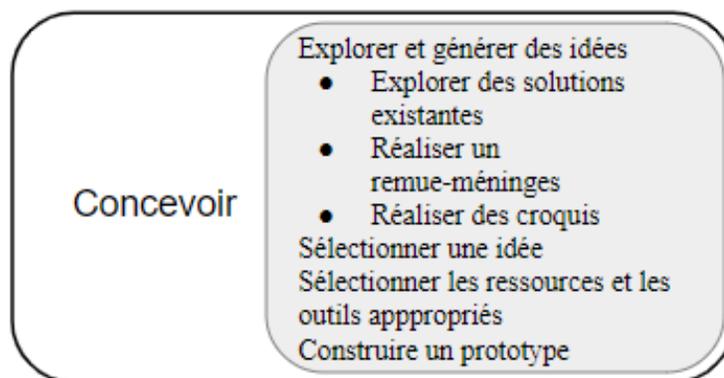


Figure 2.3 Composantes associées à la phase de conception de la DCT

Dans le but d'accompagner l'élève dans la phase de conception, l'enseignant joue à nouveau un rôle primordial. Trois techniques d'enseignement sont mises en œuvre dans cette phase, soit : l'animation d'une période d'idéation, l'animation d'une discussion visant la sélection de l'idée retenue et l'accompagnement des élèves lors de la période de fabrication du prototype. Des procédés d'enseignement sont mis en

œuvre afin de soutenir efficacement les élèves. Par exemple, afin de favoriser un foisonnement d'idées lorsqu'il anime la période d'idéation, l'enseignant invite les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés au départ. Il questionne les équipes pendant leur remue-méninges et les encourage à réaliser plusieurs croquis. Lors de l'animation de la discussion visant la sélection de l'idée retenue, l'enseignant invite les équipes à revenir sur les différents croquis qu'ils ont réalisés et à mener une réflexion collective afin de fixer leur choix. Enfin, au moment de l'accompagnement des élèves lors de la fabrication du prototype, l'enseignant peut questionner ceux-ci concernant leurs choix de fabrication (matériaux utilisés, procédés de fabrication, etc.) en fonction des contraintes et des critères de réussite identifiés au départ. Il leur demande de justifier leurs choix de fabrication. Il favorise également l'entraide entre les élèves et apporte une aide soutenue à ceux qui en éprouvent le besoin.

Afin de synthétiser l'ensemble des actions à poser par l'enseignant lors de la phase de conception, le Tableau 2.2 reprend les techniques d'enseignement mentionnées précédemment et décrit l'ensemble des procédés d'enseignement sous-tendus pour chaque technique.

Tableau 2.2 Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase de conception dans la DCT

Phase de conception	
Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
Animation d'une période d'idéation	<ul style="list-style-type: none"> › Favoriser des modalités de regroupements efficaces pour le travail en équipe. › Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. › Encourager les élèves à consulter différentes sources. › Présenter le matériel disponible aux élèves et leur permettre de le manipuler. › Questionner les équipes pendant leur remue-méninges. › Faire des pauses pendant le travail en équipe afin de permettre le partage d'idées entre toutes les équipes. › Encourager les élèves à réaliser plusieurs croquis. › Animer un retour en grand groupe à la fin de la période d'idéation.
Animation d'une discussion visant la sélection de l'idée retenue	<ul style="list-style-type: none"> › Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. › Inviter les équipes à revenir sur les différents croquis qu'ils ont réalisés. › Inviter les élèves à considérer les idées partagées par les autres équipes. › Soutenir les élèves dans la production et l'utilisation d'une matrice de décision (ex. : sous forme de tableau) afin de noter les différentes possibilités envisagées et de quantifier le degré de satisfaction de chacune d'elles par rapport aux critères retenus. › Inviter les élèves à peaufiner au besoin le croquis de l'idée retenue.
Accompagnement des élèves lors de la fabrication du prototype	<ul style="list-style-type: none"> › Demander aux élèves de cibler les matériaux et les outils dont ils prévoient avoir besoin. › Questionner les élèves au sujet de leurs choix de fabrication (matériaux utilisés, procédés de fabrication, etc.) en fonction des contraintes et des critères de réussite identifiés. › Demander aux élèves de justifier leurs choix de fabrication. › Favoriser l'entraide entre les équipes, en particulier lorsque certaines d'entre elles éprouvent des difficultés dans la fabrication du prototype. › Apporter une aide plus soutenue aux équipes qui éprouvent de plus grandes difficultés dans la fabrication du prototype.

2.1.3.6 Tester et améliorer le prototype

D'entrée de jeu, il est important de comprendre que le prototype ne représente pas en soi une solution finale (Hynes, 2012). En industrie, par exemple, un prototype est généralement réalisé afin de tester et d'évaluer les premières étapes de la conception. Des observations sont ensuite effectuées, puis des ajustements mènent à une nouvelle version du prototype (Doppelt *et al.*, 2008; ITEA, 2007). Bien que son raffinement ne soit pas autant travaillé en contexte de classe, une fonction importante du prototype est de servir à réaliser des tests, par exemple sur la résistance des matériaux utilisés ou des structures choisies (Hynes, 2012). Nous entrons donc ici dans la phase *optimiser*.

Tester le prototype se fait au regard des critères de réussite ciblés au départ — et qui peuvent avoir été revus en cours de route. Zeiler *et al.* (2007) mentionnent qu'il peut être utile à ce moment-là de retourner à la formulation du problème et aux contraintes fournies initialement dans le cahier des charges. Les élèves testent alors l'efficacité de leur prototype en observant leurs propres résultats, mais aussi ceux de leurs compagnons de classe (Kim *et al.*, 2015).

L'analyse de ces résultats est susceptible de mener à la découverte de lacunes (ITEA, 2007). Il est important que les élèves soient sensibilisés au fait qu'une conception peut toujours être améliorée. Ceux-ci devraient donc être conscients qu'ils peuvent apporter des ajustements au prototype afin de le bonifier. *Améliorer le prototype* peut se faire en reprenant des étapes précédentes de la conception (Berland *et al.*, 2014). Comme un prototype n'est jamais parfait, le concepteur doit à un moment donné mettre un terme au raffinement de sa solution. Mais même imparfait, l'évaluation et l'amélioration du prototype mènent à son optimisation (Turner *et al.*, 2016).

La Figure 2.4 résume la phase d'optimisation d'une DCT en présentant les deux composantes qui y sont associées.

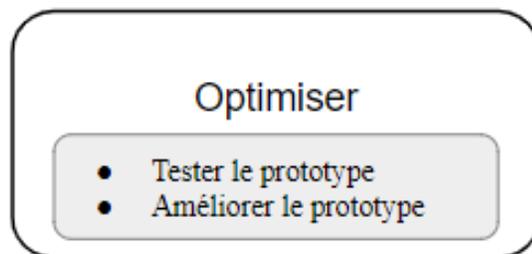


Figure 2.4 Composantes associées à la phase d'optimisation de la DCT

Afin de favoriser un travail efficace des élèves dans la phase d'optimisation, l'enseignant peut une fois de plus recourir à des techniques d'enseignement. Il réalise un accompagnement des élèves dans la collecte et l'analyse des données lorsqu'ils effectuent des tests sur leur prototype. Il veille à l'animation d'une discussion ayant pour but de faire ressortir les éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes ainsi qu'aux critères de réussite, et d'identifier des pistes pour améliorer les lacunes des prototypes. De plus, il effectue un accompagnement des élèves dans l'amélioration de leur prototype.

Pour chacune de ces techniques, l'enseignant met en œuvre divers procédés d'enseignement, comme inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés au départ afin de choisir des tests qui apportent des informations pertinentes à l'amélioration du prototype. Il peut par la suite les interroger au regard des données obtenues afin de faire ressortir les éléments du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite ainsi que des pistes d'amélioration. En outre, il joue un rôle important afin de favoriser l'entraide entre les élèves lors de

la bonification des prototypes. Au besoin, il veille à apporter une aide plus soutenue aux équipes qui éprouvent de plus grandes difficultés afin d'améliorer leur prototype.

Le Tableau 2.3 résume les techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase d'optimisation.

Tableau 2.3 Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase d'optimisation dans la DCT

Phase d'optimisation	
Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
Accompagnement des élèves dans la collecte et l'analyse des données	<ul style="list-style-type: none"> › Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés afin de choisir des tests qui apportent des informations pertinentes à l'amélioration du prototype. › Poser des questions aux élèves au sujet des moyens utilisés pour recueillir leurs données et leurs observations (pertinence, façons de procéder, etc.). › Encourager les élèves à consigner rigoureusement les données obtenues et/ou leurs observations.
Animation d'une discussion ayant pour but : <ul style="list-style-type: none"> › de faire ressortir les éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; › d'identifier des pistes pour améliorer les lacunes des prototypes. 	<ul style="list-style-type: none"> › Poser des questions aux élèves au sujet de leurs données obtenues et de leurs observations afin de faire ressortir : <ul style="list-style-type: none"> ○ des éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; ○ des pistes d'amélioration. › Reformuler les propos des élèves. › Noter les propos des élèves au tableau. › Faire une synthèse des propos des élèves. › Faire reformuler par des élèves les éléments identifiés par le groupe au regard : <ul style="list-style-type: none"> ○ des éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; ○ des pistes d'amélioration.
Accompagnement des élèves dans l'amélioration de leur prototype	<ul style="list-style-type: none"> › Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. › Favoriser l'entraide entre les équipes dans le but de bonifier les prototypes. › Apporter une aide plus soutenue aux équipes qui éprouvent de plus grandes difficultés afin de bonifier leur prototype.

2.1.3.7 Communiquer

Comme observé précédemment, l'apprenant *échange avec ses pairs tout au long de la démarche*. Notamment, à la fin du processus, les élèves présentent leur solution (Berland *et al.*, 2014). Cette communication permet entre autres d'expliquer à quel niveau ceux-ci considèrent que la solution retenue satisfait le besoin exposé au départ (Hynes, 2012). Ils peuvent, par exemple, discuter d'aspects tels que la caractéristique qu'ils considèrent comme la meilleure dans leur conception; ce qu'ils ont appris en observant d'autres élèves; ce qu'ils voient qu'ont en commun tous les prototypes réalisés dans la classe; ce qu'ils pourraient améliorer s'ils avaient encore du temps (Shanahan *et al.*, 2016). Ces échanges entre les apprenants en fin de processus, tout comme ceux en cours de route, s'avèrent donc très riches.

De plus, tout au long de leur démarche, les élèves *consignent toutes traces pertinentes*. Pour ce faire, il est possible d'exploiter différents modes de représentation tels que des explications sémantiques (verbales ou textuelles), graphiques (croquis, tableau, etc.) ou physiques (le prototype) - (Ullman, 2010). Un portfolio (Doppelt *et al.*, 2008), un journal de bord ou une page Web peuvent servir à consigner toutes ces informations (ITEA, 2007).

Quelle que soit la forme retenue, les informations recueillies gagnent à être claires et rigoureuses (Kelley, 2010). Présenter des exemples de consignations bien structurées et recevoir des rétroactions fréquentes sont susceptibles de permettre aux élèves de bien comprendre quelles informations colliger et comment les organiser (Householder et Hailey, 2012). Ces rétroactions peuvent provenir des pairs ou des enseignants. Campbell et Jane (2012) rapportent avoir observé que la tenue d'un journal de bord permet aux élèves de voir plus clair tout au long de leur démarche de conception.

La Figure 2.5 résume la phase de communication d'une DCT et précise les deux composantes qui y sont associées.

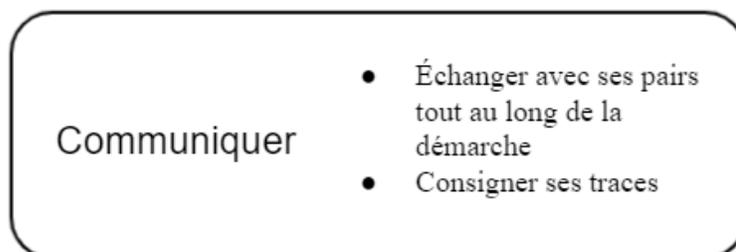


Figure 2.5 Composantes associées à la phase de communication de la DCT

Comme pour les autres phases de notre modèle de DCT, l'enseignant mobilise des techniques et des procédés d'enseignement afin de soutenir l'élève dans sa démarche. En ce qui a trait aux techniques d'enseignement, celui-ci réalise l'accompagnement des élèves dans le partage avec leurs pairs tout au long de leur démarche. De plus, il veille à l'animation d'une discussion afin de faire ressortir les caractéristiques de traces claires et complètes (pour les traces sémantiques et graphiques). Parmi les procédés d'enseignement qu'il peut exploiter, notons que tout au long de la démarche réalisée par les élèves, l'enseignant tente de favoriser les échanges entre les équipes ainsi que la participation de tous les élèves lors des discussions en grand groupe. Il encourage le partage de toutes les idées. Lors du retour final, il anime une discussion visant à favoriser le partage des apprentissages et des démarches réalisés. De surcroît, son apport s'avère primordial afin de faire ressortir les caractéristiques de traces efficaces. L'enseignant s'assure de présenter des exemples et des contre-exemples de traces sémantiques et graphiques adéquates. Il interroge les élèves afin de faire ressortir les caractéristiques de traces claires et complètes. En complément à ce questionnement, il prend soin de leur demander comment pourraient être bonifiées les traces manquant de clarté ou incomplètes.

Le Tableau 2.4 résume les techniques et procédés d'enseignement mis de l'avant par l'enseignant dans la phase de communication.

Tableau 2.4 Techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant lors de la phase de communication dans la DCT

Phase de communication	
Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
Accompagnement des élèves dans le partage avec leurs pairs tout au long de leur démarche	<ul style="list-style-type: none"> › Lors du travail en équipe, favoriser les échanges entre les coéquipiers et entre les équipes. › Lors des discussions en grand groupe, favoriser la participation de tous les élèves. › Encourager le partage de toutes les idées. › Lors du retour final, animer une discussion visant à favoriser le partage des apprentissages et des démarches réalisés.
Animation d'une discussion afin de faire ressortir les caractéristiques de traces claires et complètes (pour les traces sémantiques et graphiques)	<ul style="list-style-type: none"> › Présenter des exemples et des contre-exemples de traces sémantiques et graphiques adéquates. › Demander aux élèves de faire ressortir les caractéristiques de traces claires et complètes. › Demander aux élèves de préciser comment pourraient être bonifiées les traces manquant de clarté ou incomplètes.

2.1.3.8 Synthèse du modèle de DCT proposé

Le texte qui précède met en lumière le fait que notre modèle de DCT implique quatre phases qui s'imbriquent les unes dans les autres (ITEA, 2007). Le chemin parcouru par un élève est unique et pourra requérir un agencement différent des composantes décrites dans chacune de ces phases.

Afin de représenter le processus que pourra réaliser l'élève, nous proposons la Figure 2.6. Elle illustre les quatre phases de la DCT auxquelles les composantes évoquées précédemment sont ajoutées.

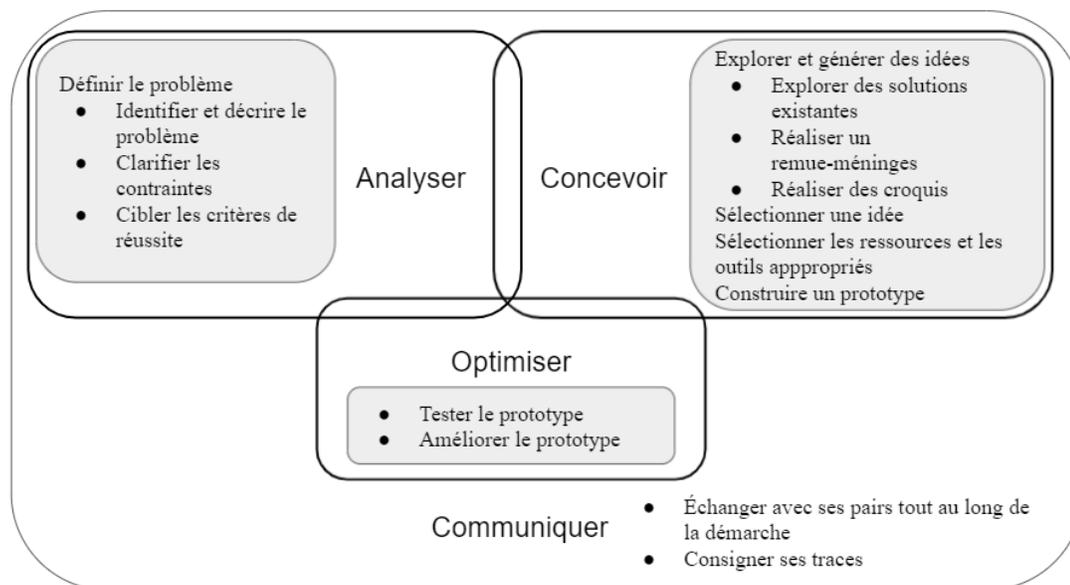


Figure 2.6 Représentation de la structure de notre modèle de DCT présentant ses quatre phases et ses composantes

Parallèlement à la description de ce modèle, la première partie de ce chapitre met en évidence l'importance du rôle de l'enseignant afin de soutenir l'élève tout au long de ce processus. Une attention particulière a été portée à la description des actions réalisées par l'enseignant en les libellant par l'intermédiaire de techniques et de procédés d'enseignement. Ceux-ci ont pour but de favoriser l'opérationnalisation du modèle de DCT proposé. Ces techniques et procédés retenus mettent en lumière la complexité du rôle de l'enseignant et rejoignent les propos de Wojcieszak et Zaid (2016) voulant que l'enseignant joue alors un rôle de médiation didactique au regard de nombreux aspects, dont la mobilisation de concepts, l'usage d'outils matériels ou symboliques (ex. : modélisation, fabrication, traçage, assemblage) et les interactions

entre les pairs. En guise de sommaire, l'*Annexe A* présente un tableau-synthèse dans lequel est décrit l'ensemble des techniques et des procédés mis en œuvre par l'enseignant. Ces techniques et procédés sont répertoriés en fonction de la phase de la DCT à laquelle ils se rapportent. Puisque ce tableau fait également état des composantes de chacune des phases de la DCT, celui-ci constitue donc une synthèse complète du modèle que nous proposons.

En terminant, il convient de préciser que ce modèle, qui constitue une synthèse des travaux des recherches citées en cours de description, s'inscrit dans le courant de pensée de chercheurs (de Vries, 2016; El Fadil, 2016; Mitcham, 1994) ayant travaillé à définir les éléments susceptibles de soutenir efficacement un enseignement lié à la technologie. Selon eux, quatre éléments importants seraient à considérer :

- La technologie vue comme un *produit*. Ici, on considère l'artéfact ou le prototype créé en fonction d'un besoin exprimé. Sur le terrain, c'est souvent cet élément qui prédomine (El Fadil, 2016). Par contre, dans le modèle proposé dans cette thèse, bien que la production d'un artéfact soit présente dans la description du processus associé à une DCT, elle ne prend pas une place plus importante qu'une autre composante ni n'est considérée comme une fin en soi;
- La technologie vue comme un ensemble de *savoirs*. Dans cette optique, on considère que l'activité technologique réalisée implique différents savoirs tels que des contenus disciplinaires, dont des savoirs théoriques et des savoirs pratiques. Ces propos vont dans le même sens que le modèle que nous proposons, celui-ci permettant, tout au long de la démarche empruntée, de construire et de mobiliser des savoirs ciblés par l'enseignant;
- La technologie vue comme un *processus*. Cet aspect met l'accent sur la méthodologie mise en application par l'apprenant. Les différentes

composantes de notre modèle visent précisément à décrire cette méthodologie, permettant une souplesse à l'élève dans l'exécution de celle-ci;

- La technologie vue comme *volition*. À cet égard, on considère les intentions de la démarche entreprise, les besoins de l'utilisateur et différentes contraintes à respecter. La dimension *analyser* de notre modèle incarne bien ces considérations. De plus, celles-ci sont rappelées tout au long de la démarche.

Ainsi, de Vries (2016) soutient qu'une activité visant l'enseignement de la technologie doit inclure ces quatre éléments, comme notre modèle le sous-tend. Ce faisant, l'apprenant est susceptible de développer une vision plus générale et équilibrée de ce qu'est la technologie (El Fadil, 2016).

Après avoir présenté minutieusement notre modèle de DCT par la description de ses quatre phases et des composantes qui y sont associées, ainsi que par les techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par l'enseignant, nous traitons pour la suite du concept d'intérêt.

2.2 L'intérêt

Prenzel (1988) mentionne que parmi les activités que nous entreprenons quotidiennement, peu se distinguent par ces caractéristiques bien particulières : nous les faisons de notre propre gré sans attendre une compensation externe pour les réaliser, nous avons pour elles une attraction marquée et nous prenons plaisir à nous y engager de manière répétée. Ces propos de Prenzel décrivent bien le concept de l'intérêt dans sa spécificité et dans l'attrait qu'elle revêt pour l'individu. La section qui suit porte sur ce concept central à notre recherche. Tout d'abord, des éléments

sont mis en évidence afin de caractériser ce construit. Par la suite, il est question de deux types d'intérêt, soit l'intérêt situationnel et l'intérêt individuel. Il s'ensuit la présentation de différents modèles définissant l'évolution de ce concept chez l'apprenant. Nous situons notre recherche parmi ceux-ci, considérant le contexte de notre étude dans le champ didactique de la science et de la technologie.

2.2.1 La définition de l'intérêt

Le concept de l'intérêt a depuis longtemps été étudié dans le domaine des sciences humaines et sociales s'intéressant au comportement humain, soit en particulier par les champs de la psychologie et des sciences de l'éducation dans lesquels de nombreuses recherches ont été menées sous différentes perspectives (Schiefele *et al.*, 1983). Déjà au début du XX^e siècle, plusieurs auteurs, dont Dewey (1913) et Thorndike (1935), avançaient que l'intérêt était l'un des facteurs motivationnels les plus importants de l'apprentissage et du développement (Hidi *et al.*, 2004). L'intérêt revêt donc une importance particulière en éducation.

Plusieurs chercheurs ont tenté de décrire ce concept qui comporte plusieurs dimensions. Par exemple, Izard (1977) le définit comme suit :

Is the feeling of being engaged, caught-up, fascinated, curious. There is a feeling of wanting to investigate, become involved, or extend or expand the self by incorporating new information and having new experiences with the person or object that has stimulated the interest. In intense interest or excitement the person feels animated and enlivened. (p. 216)

Cette citation permet de mettre différents éléments en lumière. Tout d'abord, l'intérêt est vu comme une émotion positive qui suscite un désir d'exploration (Sansone *et al.*,

2012) et un sentiment de plaisir (Wiśniewska, 2013) à l'égard de quelque chose qui est hors de l'individu (Hecht *et al.*, 2019). Plusieurs auteurs parlent ici d'une prédisposition à se réengager dans une activité ou un type de connaissance dans le temps (List *et al.*, 2019; Schraw et Lehman, 2001; Wiśniewska, 2013). Par exemple, chez un élève du primaire ou du secondaire, cette prédisposition pourrait se manifester lorsque ce dernier a envie de mieux comprendre un concept qui l'intéresse ou de réaliser des activités qui semblent attrayantes pour lui. Ce désir d'exploration l'amène à vivre de nouvelles expériences, qui en retour enrichissent son bagage de connaissances sur cet objet (Fredrickson, 1998). L'intérêt est donc un processus dynamique résultant d'une interaction entre le contexte, les buts poursuivis par l'individu et les actions qu'il entreprend (Jackson *et al.*, 2019; Sansone et Thoman, 2005). Sa définition est par le fait même relative à la valeur accordée à l'objet d'intérêt par l'individu (Hasni *et al.*, 2015).

À cet effet, plusieurs considèrent qu'une caractéristique fondamentale de l'intérêt est qu'il est la résultante d'une interaction entre une personne et un contenu particulier (Hidi et Renninger, 2006; Krapp et Prenzel, 2011; Schiefele *et al.*, 1983). L'intérêt est toujours dirigé vers un contenu spécifique, ce qui le distingue d'autres concepts voisins comme la motivation (Hasni *et al.*, 2015). Ce contenu spécifique peut être un objet, une activité ou un champ de connaissances (Krapp, 2002; Prenzel, 1988). Par exemple, dans le domaine de la science et de la technologie, Hasni *et al.* (2015), s'inspirant entre autres de Krapp et Prenzel (2011), précisent qu'un objet d'intérêt pourrait être :

Une discipline particulière (biologie, physique, chimie, etc.), un contenu spécifique (l'étude des animaux), une opération ou un objet concret (la manipulation en laboratoire), ou encore une activité scientifique abstraite (formulation d'un problème ou d'une question scientifique, ou analyse de résultats de recherche). (p. 12)

Une personne ne peut qu'avoir un intérêt, sans nécessairement y rattacher un objet; elle doit être intéressée à quelque chose. Ainsi, l'objet d'intérêt et son environnement ont un impact majeur sur la direction et la portée de l'intérêt généré (Hidi et Renninger, 2006). Celui-ci est ainsi susceptible de se modifier dans le temps et peut être influencé par des sources externes, comme des interactions sociales (Thoman *et al.*, 2007). Par exemple, un enseignant peut poser des actions qui auront un impact sur l'intérêt d'un élève (Hidi et Renninger, 2006).

L'intérêt est également caractérisé par une attention soutenue qui, selon le stade de développement de son intérêt, peut se produire sans effort apparent (Wiśniewska, 2013). À ce moment, l'individu est empreint d'une volonté manifeste d'acquérir de nouvelles connaissances spécifiques à un domaine (Krapp et Prenzel, 2011). Il prête alors une attention sélective à quelque chose qui a de l'importance pour lui (Mohd Shahali *et al.*, 2019). Par exemple, en classe, un élève chez qui un intérêt serait stimulé pourrait accorder une attention particulière à un thème dont il est question. L'attention accordée à ce thème pourrait faire en sorte qu'il soit actif dans la tâche en cours (Godec *et al.*, 2018) ou qu'il pose des questions pour mieux réaliser son travail (Chin et Osborne, 2008). Cette attention soutenue et ce fonctionnement cognitif accru vont de pair avec l'implication affective (Krapp et Prenzel, 2011). L'élève accorde une attention à ce thème et se mobilise cognitivement parce qu'il a envie de le faire et/ou parce que celui-ci génère chez lui des émotions positives. Selon le stade de développement de son intérêt, il peut réaliser cette activité sans qu'il y ait apparence de récompense externe. Le simple fait de réaliser cette tâche est en soi une récompense pour lui (Bergin, 1999).

À la lumière des propos précédents, l'intérêt peut être défini comme un « état psychologique d'engagement ou de prédisposition à se réengager avec des classes particulières d'objets, d'événements ou d'idées au fil du temps » (Hidi et Renninger,

2006, p. 112), celui-ci étant le produit de l'interaction entre l'individu et son environnement (Renninger et Hidi, 2016). Cet état psychologique sous-tend « une attention soutenue, un fonctionnement cognitif accru, une persistance et une implication affective » (Krapp et Prenzel, 2011, p. 32, traduction libre). Il s'agit donc d'un construit multidimensionnel comprenant une dimension cognitive et une dimension affective (Gardner, 1996; Roure et Pasco, 2018; Wiśniewska, 2013) qui, tout en étant distinctes l'une de l'autre, sont en interaction l'une par rapport à l'autre (Hidi et Harackiewicz, 2000; Krapp, 2002); les sentiments positifs ayant un impact sur l'engagement cognitif et vice-versa.

2.2.2 L'intérêt situationnel et l'intérêt individuel

De nombreux chercheurs, dont Hidi (1990) et Krapp *et al.* (1992), distinguent deux types d'intérêt, soit l'*intérêt situationnel* et l'*intérêt individuel*. Ceux-ci se différencient par certaines caractéristiques que nous décrivons ici.

L'intérêt situationnel fait référence à une attention soutenue et à une réaction affective (Krapp *et al.*, 1992; Linnenbrink-Garcia *et al.*, 2010) déclenchée à un moment donné par un stimulus externe (Hecht *et al.*, 2019), transitoire et spécifique au contexte (Schraw et Lehman, 2001; Wiśniewska, 2013). Cet intérêt est comparé à une étincelle (Guthrie *et al.*, 2005), générant une expérience apparentée à la curiosité (Krapp et Prenzel, 2011) à travers la tâche que réalise l'individu (Chen *et al.*, 2006). Dans une telle situation, il reconnaît alors des caractéristiques du contexte qui lui paraissent attrayantes (Roure et Pasco, 2018). De nature temporaire (Drobisz, 2017; Linnenbrink-Garcia *et al.*, 2010), cet intérêt peut durer ou pas dans le temps. Il dépend fortement de l'environnement et peut changer d'un jour à l'autre chez une personne (Wininger *et al.*, 2014). Par exemple, dans un contexte scolaire, un intérêt situationnel pourrait être

généralisé chez un élève lorsque son enseignant lui présente une leçon qu'il juge attrayante (Krapp, 2002) ou par certains attributs d'un texte, dont un effet de nouveauté ou des liens avec des éléments de la vie courante qu'il considère comme signifiants pour lui (Hidi et Baird, 1988).

Roure et Pasco (2018) soulignent que ce construit peut être défini en cinq dimensions, soit 1) la nouveauté, 2) le défi, 3) l'attention demandée, 4) l'exploration de l'intention et 5) le plaisir généré (Chen *et al.*, 2014). Ainsi, l'apprenant pourra être « situationnellement intéressé » lorsqu'il s'investira dans une tâche qu'il considère comme nouvelle, représentant un défi pour lui et lui demandant une attention ainsi qu'une concentration particulières. Cette tâche lui permettra aussi d'explorer les possibilités de l'environnement et lui offrira un plaisir immédiat (Roure et Pasco, 2018).

L'intérêt situationnel a la particularité d'être susceptible d'être le point de départ d'un intérêt plus durable (Azevedo, 2018; Hidi et Harackiewicz, 2000). Palmer *et al.* (2017) précisent que plus l'individu est exposé régulièrement à des expériences menant à un intérêt situationnel, plus il a de chances de développer un intérêt de plus longue durée pour cet objet (Harackiewicz *et al.*, 2008; Linnenbrink-Garcia *et al.*, 2010; Randler et Bogner, 2007).

Enfin, puisque l'intérêt situationnel est associé à des variables qui peuvent être contrôlées, comme celles au regard des caractéristiques des tâches proposées aux élèves, plusieurs considèrent qu'il est le type d'intérêt sur lequel l'enseignant a le plus d'influence (Gaston et Havard, 2019; Renninger et Bachrach, 2015). Différentes recherches s'intéressent aux activités et aux pratiques pédagogiques les plus susceptibles de le déclencher (Linnenbrink-Garcia *et al.*, 2010; Rotgans et Schmidt, 2017; Tapola *et al.*, 2013) et dans certains travaux, l'intérêt situationnel a été identifié

comme un prédicteur de réussite scolaire (Asgari *et al.*, 2019; Gaston et Havard, 2019; Rotgans et Schmidt, 2017).

L'intérêt individuel (Deci, 1992; Krapp *et al.*, 1992; Schiefele, 1991) se rapporte quant à lui à une prédisposition psychologique relativement durable d'une personne à se réengager vis-à-vis d'un contenu particulier à travers le temps (Chen et Wang, 2017; Palmer *et al.*, 2017; Renninger, 2000). Il résulte vraisemblablement d'expériences répétées d'intérêt situationnel (Palmer *et al.*, 2017) à travers les interactions constantes et cohérentes d'une personne avec certaines activités dans des environnements particuliers (Renninger et Hidi, 2016; Roure et Pasco, 2018). Cette prédisposition positive oriente les préférences personnelles d'un individu vers des activités particulières ou des domaines d'apprentissage spécifiques (Bergin, 1999). Elle se manifeste par exemple lorsqu'un individu fait preuve d'un désir intrinsèque de comprendre un objet particulier ou de réaliser des activités reliées à celui-ci (List *et al.*, 2019; Schraw et Lehman, 2001; Wiśniewska, 2013).

En plus de s'appuyer sur des valeurs et des émotions positives de l'individu, ce type d'intérêt est également associé au corpus de connaissances qu'il possède (Ainley et Ainley, 2011; Drobisz, 2017). Plusieurs chercheurs ont souligné l'importance d'une base préexistante de connaissances ou de compétences au regard du développement de l'intérêt individuel envers un objet quelconque (Alexander *et al.*, 1995; Hidi et Harackiewicz, 2000; Wininger *et al.*, 2014). Ce bagage de connaissances sera bonifié au fur et à mesure que l'individu poursuivra son exploration du champ d'intérêt (Durik et Harackiewicz, 2007).

Se développant lentement (Krapp *et al.*, 1992; Murphy et Alexander, 2000), ce type d'intérêt se construit sur ce qu'une personne se pense capable de réaliser et ce qu'elle

envisage comme activités possibles dans lesquelles elle pourrait s'investir (Renninger, 2000). Intimement lié à l'identité de la personne, l'intérêt individuel se modifie difficilement, mais peut tout de même être renforcé lorsque des possibilités de se réengager à l'égard d'un même objet ou d'une même activité se présentent (Chen et Wang, 2017). Bien que plusieurs chercheurs aient argué que de jeunes enfants ne sont pas en mesure de développer un intérêt durable, de nouvelles études tendent à démontrer le contraire (Leibham *et al.*, 2013; Neitzel *et al.*, 2008; Pattison et Dierking, 2019). Un intérêt individuel pourrait donc se développer à tout âge.

Le concept d'intérêt individuel revêt une grande importance en éducation, puisqu'il aurait un impact important sur le fonctionnement cognitif et les performances (Palmer *et al.*, 2017). Les apprenants possédant un intérêt individuel pour un contenu particulier ou une activité spécifique ont démontré, pour une tâche reliée à cet objet d'intérêt, une attention plus élevée et persistante sur une plus longue période ainsi qu'un développement de connaissances plus important et qualitativement différent de ceux ne partageant pas cet intérêt (Hidi, 1990).

2.2.3 Les modèles décrivant le développement de l'intérêt

Comme nous venons de le voir, un des enjeux importants en éducation serait le développement de l'intérêt en raison de son impact sur l'apprentissage. En effet, Herbart (1776–1841) est l'un des premiers à avoir mis de l'avant cette idée (Hilgenheger, 1993). Plusieurs se sont ensuite inspirés des propos d'Herbart, dont Dewey (1913). Ce philosophe, dont les travaux sont célèbres, reprochait aux méthodes d'enseignement traditionnelles de ne pas relier les contenus enseignés aux intérêts et activités des apprenants. Afin de pallier cette lacune, il propose sa théorie sociale de l'éducation qui considère l'intérêt comme la condition première de tout

apprentissage (Boutet, 2016). D'autres ont par la suite élaboré des théories dans lesquelles l'intérêt revêt une place de premier plan. Kintsch (1988), par exemple, est l'un des premiers à établir une relation entre l'intérêt et une activité (traitement d'un texte) en faisant la distinction entre des intérêts émotionnels et des intérêts cognitifs (Drobisz, 2017). D'autres encore, comme Gottfredson (1981), ont cherché à décrire des stades du développement de l'intérêt. Dans son modèle, ce chercheur propose une succession de stades typiques dans lesquels évolue l'intérêt des enfants et des adolescents (Krapp, 2007).

Bien qu'ayant contribué à mieux comprendre l'intérêt, ces théories ne mettent pas en lumière comment se construit l'intérêt chez un individu. Cet aspect est pourtant fondamental dans une visée d'identification d'interventions susceptibles de conduire à son développement chez un apprenant. Les travaux des chercheurs dont il sera maintenant question, soit ceux de Silvia (2001), Prenzel (1988), Krapp (2002) ainsi que Hidi et Renninger (2006), exposent quant à eux des modèles développementaux de l'intérêt chez un individu, lesquels sont fréquemment cités dans les études portant sur l'intérêt.

2.2.3.1 Le modèle de Silvia (2001) : *The Psychology of Constructive Capriciousness*

Pour Silvia, l'intérêt se développe d'abord par l'*intérêt émotionnel* (*emotional interest*), celui-ci pouvant mener à des intérêts plus soutenus, ce qu'il nomme *intérêts* (*interests*). Silvia (2001) décrit les *intérêts* comme étant des motifs autodéterminés par la personne la menant à s'engager vers des objets, des activités ou des idées.

Tout d'abord, le modèle de Silvia stipule que l'intérêt émotionnel peut se développer par l'intermédiaire de trois sources, soit par un processus d'intériorisation, par un processus de transformation ou par l'effet de variables collatives. Un élément clé de ce modèle est qu'il y a plusieurs « chemins » par lesquels l'individu peut en arriver à ressentir une émotion pouvant générer l'intérêt.

Si la voie empruntée est l'intériorisation, un individu pourrait amorcer une activité parce qu'il considère que c'est ce qu'on attend de lui. L'individu aura alors intériorisé des normes de son groupe de référence telles que des idées, des attitudes et des rôles, celles-ci devenant des structures de sa propre conscience (Berger, 1963). Certaines activités peuvent alors être éventuellement intériorisées en tant qu'intérêts soutenus (*interests*) puisqu'elles contribuent à la satisfaction de besoins de l'individu (Deci, 1992). Silvia (2001) précise que c'est probablement pour cette raison que les intérêts sont si fréquemment interpersonnels et librement choisis.

La voie de la transformation implique quant à elle qu'un individu s'intéressant à une activité puisse éventuellement manquer d'incitations externes à son égard. À ce moment, ce manque d'incitations pourrait l'amener à entreprendre une autre activité qu'il jugera plus intéressante. Intervient alors la dissonance cognitive (Festinger, 1957; Wicklund et Brehm, 1976), mécanisme qui transforme l'influence des incitations externes sur les raisons intrinsèques qui poussent une personne à porter son attention sur un objet. La direction de l'intérêt émotionnel sera ainsi modifiée.

L'intérêt émotionnel d'une personne pourrait également être stimulé lorsqu'il ressent un conflit à l'égard de quelque chose qui lui paraît incertain, complexe, nouveau ou incompatible avec une information qu'il possède (Berlyne, 1960). Ces quatre qualificatifs, empruntés du modèle de Berlyne, sont qualifiés de *variables collatives*.

Celles-ci impliquent l'assemblage d'entrées perceptuelles avec des informations que l'individu possède déjà. La recherche d'un équilibre induit alors un sentiment de curiosité et un comportement exploratoire, menant à une recherche afin d'en savoir plus à ce sujet et ainsi, au développement de l'intérêt. Par contre, peu importe comment l'intérêt est généré, l'intérêt émotionnel seul ne mène pas à des intérêts pleinement développés (*interests*).

Pour en arriver à des intérêts durables, l'amplification (*magnification*) sera nécessaire. Ce processus, aspect central du modèle de Silvia, représente la répétition des rencontres avec l'activité faisant l'objet de l'intérêt émotionnel. Pour expliquer l'amplification, Silvia s'appuie sur deux théories.

La première, *Scripting the interesting life* de Tomkins (1991), part de la prémisse que les émotions amplifient un objet, un contexte ou une idée les rendant ainsi importants. Tomkins définit ensuite une *scène* comme l'élément de base de la vie. Chaque scène inclut au moins un affect et un objet vers lequel cet affect est dirigé. Parfois, plusieurs scènes deviennent interconnectées et développent alors un ensemble de règles permettant de prédire, d'interpréter, de réagir et de contrôler des scènes. Pour Tomkins, l'amplification (*magnification*) est le processus cognitif qui permet d'assembler les scènes en groupes basés sur des caractéristiques communes. Si l'individu vit suffisamment de situations similaires, celles-ci pourront mener à la construction d'intérêts durables.

La seconde théorie sur laquelle Silvia se base pour définir l'amplification (*magnification*) est celle de Prenzel (1992), à savoir *The selective persistence of interest*. Celle-ci stipule que deux éléments augmentent la probabilité qu'une personne développe un intérêt à long terme dans une activité. L'un de ces éléments

est la configuration des connaissances qu'une personne possède à propos d'un objet. Plus l'individu interagit avec un objet, plus ses connaissances à son égard s'enrichissent et deviennent plus élaborées. Il y aura alors davantage de possibilités de voir émerger des conflits qui le pousseront à chercher à mieux connaître cet objet.

La nature de l'objet de l'intérêt peut aussi avoir un effet important sur le développement d'un intérêt à long terme. Un objet large, comme les ordinateurs ou les outils numériques de manière plus générale, est plus susceptible de générer continuellement des conflits chez une personne, car l'évolution des technologies peut amener des éléments de nouveauté, de complexité ou d'incertitude. La même logique s'applique à des habiletés ou des compétences, celles-ci pouvant continuellement être développées et, conséquemment, améliorées. Ainsi, pour Prenzel, un intérêt durable nécessite des expériences répétées par rapport à un objet et le conflit est le mécanisme qui amplifie l'intérêt émotionnel lui permettant de devenir, dans un projet à long terme, un intérêt développé (*interests*). L'individu développera alors des connaissances de plus en plus riches et une expertise plus articulée à l'égard de l'objet concerné.

La Figure 2.7 résume les éléments discutés précédemment, soit la façon dont des intérêts durables peuvent être développés selon Silvia (2001). Celle-ci se veut une traduction libre de la représentation de cet auteur.

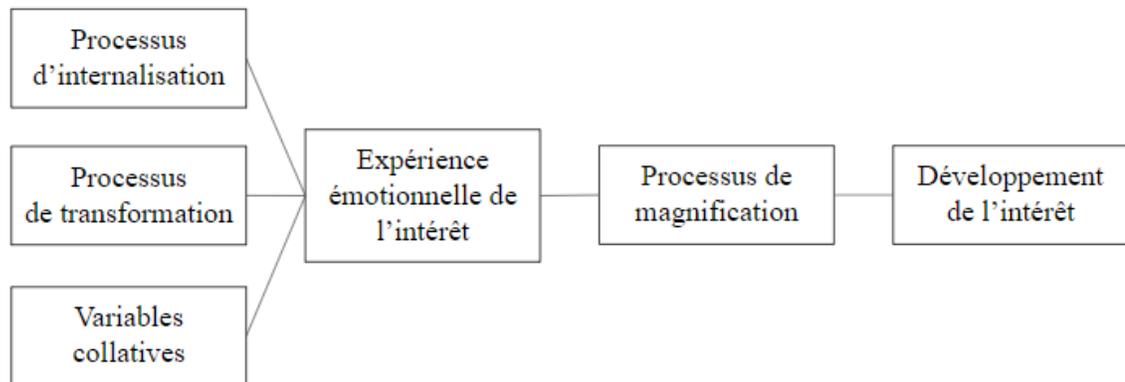


Figure 2.7 Parcours du développement de l'intérêt selon Silvia (2001, p. 285)

Cette figure illustre que par son modèle, Silvia (2001) conçoit l'intérêt comme étant soumis à d'importantes adaptations à long terme. Tout d'abord, il considère que plusieurs chemins conceptuels peuvent mener au développement d'intérêts durables, soit par un processus d'intériorisation, un processus de transformation ou par l'effet de variables collatives (Berlyne, 1960). Par contre, ils n'en sont que le point de départ. Par la suite, l'expérience d'un intérêt émotionnel est une condition fondamentale au développement de tout intérêt. Le processus d'amplification, soit la répétition de cet intérêt à travers le temps, est nécessaire pour mener à des intérêts durables (*interests*).

2.2.3.2 La *Person–Object Theory of Interest*

Pour plusieurs chercheurs, dont Prenzel (1988, 1992) et Krapp (2002), l'intérêt est vu comme un phénomène qui émerge de l'interaction positive entre un individu et son environnement. Ce postulat est le point de départ d'un modèle appelé *Person–Object Theory of Interest* (POI). Les idées centrales de ce modèle sont basées sur les travaux

de Schiefele et ses collègues (Schiefele *et al.*, 1983; Schiefele, 1991) et plusieurs chercheurs ont repris ces idées par la suite, dont Prenzel (1988), puis Krapp (2002).

Prenzel (1998) et Krapp (2002) considèrent que la caractéristique la plus importante de l'intérêt est qu'il réfère aux valeurs et aux émotions d'une personne. Ces valeurs et émotions, qui revêtent pour elle une signification personnelle (Krapp et Prenzel, 2011), font partie de son soi (*self*). Représentant la personnalité d'un individu (Deci, 1998), le soi est changeant tout au long de la vie. Or, le soi étant le système de référence de la personne, celui-ci affecte ses relations avec les objets. Il contrôle de manière intentionnelle les choix qu'elle effectue (Schiefele *et al.*, 1983).

Ce concept de soi est également ancré dans l'environnement dans lequel se situe l'individu. Puisque cet environnement est composé d'objets plus ou moins familiers, l'individu a besoin de certaines connaissances afin de le comprendre (Krapp *et al.*, 1992). Ces connaissances, essentielles pour interpréter le monde qui l'entoure, sont acquises dans diverses activités de sa vie. Elles sont alors enregistrées cognitivement et interprétées en fonction de connaissances qu'il possède déjà, ainsi que de valeurs et d'émotions qui l'animent (Morgan, 2010). Tous les objets qui composent un environnement ne revêtent pas la même signification pour chacun. La valeur accordée à cet objet déterminera l'intérêt qui lui sera porté (Krapp *et al.*, 1992).

Pour expliquer le développement de l'intérêt chez un apprenant, Krapp (2002) s'appuie sur d'autres études (Bergin, 1999; Hidi et Baird, 1986; Krapp *et al.*, 1992) en décrivant tout d'abord l'expérience d'être intéressé par une situation d'apprentissage comme étant le résultat d'une interaction entre une personne et des facteurs situationnels, souvent externes (Hidi, 1990; Krapp *et al.*, 1992). Ce qui sera alors jugé comme un facteur intéressant dans cette situation spécifique éveillera un intérêt situationnel pour

un plus ou moins long laps de temps. Si la relation personne-objet ainsi créée satisfait les critères du soi de la personne, celle-ci pourra mener à l'*intérêt personnel*, intérêt de plus longue durée. Ce mécanisme de transition que Krapp (2002) nomme *internalisation* représente le passage d'un intérêt situationnel, où l'apprenant se situe dans un état transitoire d'attraction ou de curiosité, à un intérêt personnel ou individuel, un état plus stable et nécessaire pour un apprentissage efficace. Éventuellement, une personne pourra ainsi se sentir affectée positivement si elle juge ce type de situation pertinent par rapport à son soi. Il lui sera alors possible de s'identifier avec l'objet de son intérêt, ce que Krapp (2002) qualifie d'*internalisation*.

La Figure 2.8, tirée de Krapp (2002), reprend ces propos. Celle-ci met en lumière la relation entre une personne et un objet (dans le cas illustré dans ce schéma, une situation d'apprentissage) générant un intérêt situationnel, qui éventuellement peut mener à un intérêt personnel (ou individuel). Cette figure constitue notre traduction libre de la représentation de cet auteur.

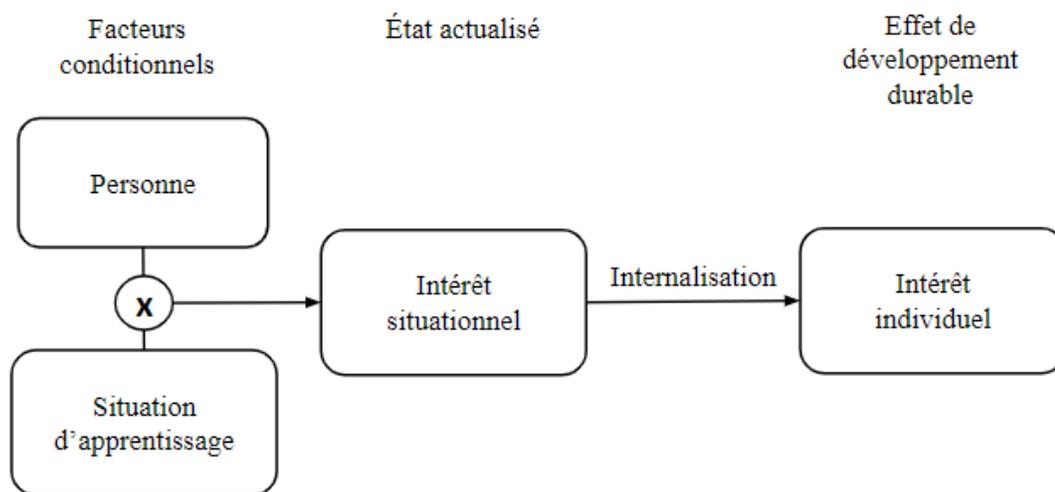


Figure 2.8 Transition de l'intérêt situationnel à un intérêt individuel selon Krapp (1998, cité dans Krapp, 2002, p. 398)

Krapp (2002) considère toutefois que le développement de l'intérêt est un processus qui implique plusieurs stades et qu'il est insuffisant de le décrire uniquement par les concepts d'intérêt situationnel et d'intérêt personnel (ou individuel). Afin de représenter un continuum développemental entre ces deux types d'intérêt, ce chercheur suggère des niveaux d'intérêt intermédiaires. Il propose ainsi trois types d'intérêt, chacun d'eux représentant un stade de développement de l'intérêt, soit 1) un intérêt situationnel éveillé ou déclenché par une source externe, 2) un intérêt situationnel maintenu pendant une phase d'apprentissage et 3) un intérêt individuel relativement durable qui permet à l'individu de s'investir dans un champ d'intérêt (Krapp, 2002). Ces deux derniers stades sont d'une importance capitale dans le modèle de Krapp, car ils illustrent des passages fondamentaux dans le développement de l'intérêt.

Krapp propose un processus en deux phases afin d'illustrer les étapes menant à un intérêt individuel. La première étape se situe entre l'apparition d'un intérêt situationnel,

qu'il appelle *catch-facet*, et un intérêt situationnel stabilisé, qu'il nomme *hold-facet*. Dans un contexte d'apprentissage, il considère que le *catch-facet* consiste à trouver différents moyens de capter l'attention de l'apprenant en mettant en place des conditions d'apprentissage qui rendent le contenu abordé significatif pour lui, selon ses valeurs. La deuxième étape du processus, beaucoup moins fréquente dans le parcours d'un individu, se situe entre l'intérêt situationnel stabilisé (*hold-facet*) et l'intérêt individuel. Le *hold-facet* joue un rôle primordial dans le développement de l'intérêt puisqu'il repose sur des façons de favoriser l'autonomisation de l'apprenant. Ce pouvoir d'action sur ses apprentissages est alors possible puisque l'intérêt situationnel maintenu est alors intégré au soi de l'apprenant. En accord avec ses valeurs et les buts qu'il se fixe à long terme, il développera un désir intrinsèque et durable de travailler un objet en particulier.

D'ailleurs, la Figure 2.9 illustre les étapes du développement de l'intérêt entre un intérêt situationnel et un intérêt personnel ou individuel proposé par Krapp (2002), comme décrit précédemment. Cette représentation est issue d'une traduction libre de ce chercheur.

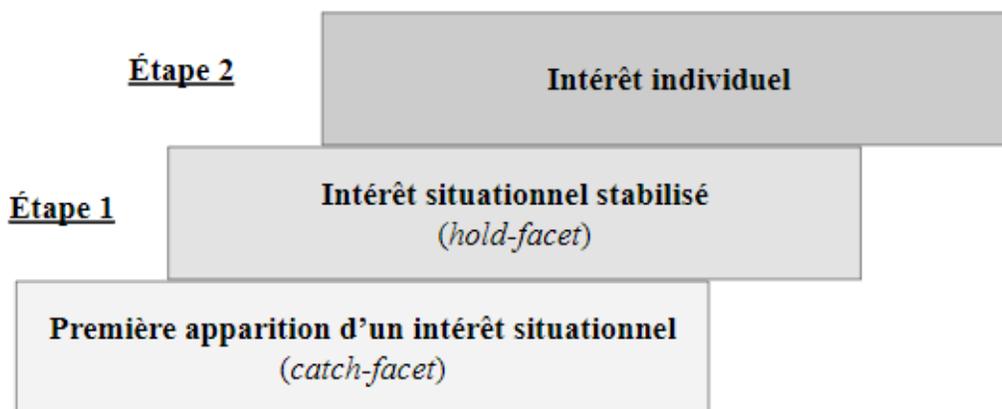


Figure 2.9 Développement de l'intérêt selon Krapp (2002, p. 399)

2.2.3.3 Le modèle de Hidi et Renninger (2006) : *The Four-Phase Model of Interest Development*

Le modèle de Hidi et Renninger (2006), *The Four-Phase Model of Interest*, s'appuie sur le travail de chercheurs tels que Prenzel (1988), Silvia (2001) et Krapp (2002) qui suggèrent que l'intérêt situationnel soit un préalable au développement d'un intérêt individuel. Ce modèle stipule que l'intérêt se développe de manière cumulative et progressive à travers ces étapes (Rodríguez-Aflecht *et al.*, 2018). Le développement de l'intérêt y est vu comme un processus dynamique (Drobisz, 2017), comprenant une dimension affective et une dimension cognitive (Chen et Wang, 2017), dans lequel l'intérêt peut évoluer grâce à des stimuli et une guidance appropriée.

Hidi et Renninger (2006) décrivent le développement de l'intérêt situationnel vers un intérêt individuel à travers un modèle comportant quatre phases, soit *l'intérêt situationnel déclenché*, *l'intérêt situationnel maintenu*, *l'intérêt individuel émergent* et *l'intérêt individuel développé*. Comme elles revêtent un caractère cumulatif et progressif, les caractéristiques de chacune d'elles peuvent être considérées comme médiatrices du développement de celle qui suit. Selon les individus, leur durée varie en fonction de différents éléments, dont leurs expériences et leur tempérament (Chen et Wang, 2017). Cependant, sans le soutien nécessaire, peu importe où se situe un individu sur ce continuum, son intérêt pourrait stagner, régresser à la phase précédente ou même disparaître (Renninger, 2000). Bien que chacune de ces phases comporte des caractéristiques qui lui sont propres, elles décrivent toutes des changements survenant dans les processus cognitifs et affectifs mobilisés par l'individu au regard d'un objet ou d'une activité d'intérêt (Pattison et Dierking, 2019). L'augmentation des valeurs et des émotions positives ainsi que les connaissances au regard d'un objet ou d'une activité sont la clé du développement de l'intérêt à son égard (Ruff, 2016).

L'intérêt situationnel déclenché (*triggered situational interest*) constitue la première étape du modèle de développement de l'intérêt de Hidi et Renninger (2006). Celui-ci implique des changements à court terme des processus affectifs et cognitifs, stimulés par des éléments extrinsèques tels que des caractéristiques du contexte ou de l'environnement. Il se développe dans un environnement hautement contextualisé ou dans une situation de nature spécifique (Hidi, 1990). Bien qu'il soit en général de courte durée, l'intérêt situationnel déclenché représente une stimulation d'une forte intensité (Chen et Wang, 2017). Ainsi, un intérêt pourra être déclenché chez un apprenant, par exemple, par un concept, une activité ou un effet visuel qui revêtent un attrait particulier et une signifiante pour lui (Chen et Wang, 2017), ce qui aura comme résultante une attention soutenue et une disposition affective à l'égard de cet objet (Pattison et Dierking, 2019). Bien que ce type d'intérêt soit un précurseur à la prédisposition d'un individu à se réengager envers un contenu dans des phases plus développées de l'intérêt, il ne pourra se poursuivre sans stimulation supplémentaire (Renninger et Hidi, 2016).

Subséquent à l'intérêt situationnel déclenché, l'intérêt situationnel maintenu (*maintained situational interest*) sous-tend une attention accrue et persistante au regard d'un objet d'intérêt sur une plus longue période ou d'un intérêt qui se reproduit et persiste (Renninger, 2000). Il s'agit d'un engagement prolongé au regard d'un contenu ou d'une activité (Chen et Wang, 2017). Soutenu par la signifiante des tâches auxquelles l'individu est soumis, tout comme l'intérêt situationnel déclenché, l'intérêt situationnel maintenu est stimulé par une source extrinsèque. Toutefois, contrairement à la phase présente, l'intérêt situationnel maintenu conduit à une implication personnelle de l'individu par un effort continu d'engagement et d'apprentissage (Chen et Wang, 2017). Cet engagement est par la suite susceptible de devenir une base de connaissances et de valeurs associées à ce contenu ou à cette activité pour la poursuite du développement de cet intérêt (Hidi et Renninger, 2006).

Un intérêt situationnel maintenu est susceptible de conduire éventuellement à une forme plus développée d'intérêt, soit à un intérêt individuel émergent (*emerging individual interest*). Ce type d'intérêt réfère à l'amorce du développement d'une prédisposition psychologique relativement stable à travers le temps dans laquelle un individu cherche à se réengager plusieurs fois dans un contenu particulier (Hidi et Renninger, 2006). Celui-ci implique des sentiments positifs ainsi que des connaissances et des valeurs que l'individu a intégrées en lui (Pattison et Dierking, 2019). Prenant appui sur ses expériences précédentes, celui-ci évalue les opportunités de s'engager à nouveau dans des tâches liées à son intérêt individuel émergent (Flowerday et Schraw, 2003). Il commence alors à générer sa propre curiosité à ce sujet (Renninger et Shumar, 2004) afin de trouver la réponse à ses questions ou de poursuivre le développement de ses compétences (Chen et Wang, 2017). Lorsqu'il est face à une question pour laquelle il n'a pas spontanément la réponse, l'apprenant est alors susceptible de faire preuve d'ingéniosité pour la trouver (Lipstein et Renninger, 2006). Durant cette phase, il pourra être en mesure de déterminer lui-même quelles sont les prochaines étapes afin de poursuivre le traitement de l'objet de son intérêt et de les réaliser sans sentir qu'il s'agit d'une tâche qui demande des efforts (Lipstein et Renninger, 2006).

Bien que ce type d'intérêt soit souvent autogénéré par l'individu, il peut toutefois nécessiter un appui externe (Cobb et Hodge, 2003), par exemple, sous forme d'encouragements lorsqu'il rencontre des difficultés (Carey *et al.*, 2002), ou de modèles fournis à l'apprenant par des pairs ou des experts (Krapp et Lewalter, 2001). Ces modèles offerts peuvent être présentés dans le cadre d'occasions d'apprentissage stimulantes et contribuer à la bonification de la compréhension de l'objet d'intérêt (Krapp et Lewalter, 2001).

La dernière étape du modèle de développement d'intérêt en quatre phases est l'intérêt individuel développé (*well-developed individual interest*). Celui-ci représente la prédisposition psychologique stable par laquelle un individu s'engage de manière répétée avec un contenu particulier. À cette étape, il manifeste des sentiments positifs et mobilise un plus grand nombre de connaissances et de valeurs intégrées qu'à la phase précédente. En plus de ce qui a déjà été mis en place, la personne est maintenant en mesure de générer davantage de stratégies plus efficaces (Alexander et Murphy, 1998) et elle pourra réaliser des efforts constructifs et créatifs à long terme afin de poursuivre son apprentissage (Izard et Ackerman, 2000). À cette phase, l'apprenant fera preuve d'autorégulation et de persévérance à l'égard des tâches qu'il réalise (Lipstein et Renninger, 2006).

Habituellement, ce type d'intérêt est généré par l'individu, mais comme à la phase décrite précédemment, un appui externe pourra contribuer à son développement (Csikszentmihalyi *et al.*, 1997; Renninger, 2000). Par exemple, la personne ayant généré un intérêt individuel développé tend à apprécier les suggestions et les rétroactions qui peuvent bonifier son expérience au regard d'un objet d'intérêt (Chen et Wang, 2017), et ce, davantage que de simples encouragements qui ne précisent pas comment le faire cheminer (Falk *et al.*, 2016).

La Figure 2.10 illustre les quatre phases du développement de l'intérêt telles que vues par Hidi et Renninger (2006). Celle-ci vise à mettre en lumière le caractère cumulatif et progressif de ce modèle.

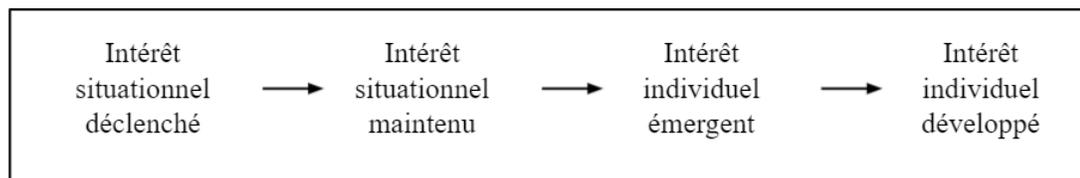


Figure 2.10 Développement de l'intérêt selon le modèle de Hidi et Renninger (2006)

Afin de synthétiser les principales caractéristiques du modèle de Hidi et Renninger (2006), Wininger *et al.* (2014) ont réalisé un résumé reproduit au Tableau 2.5. Celui-ci présente les différentes caractéristiques de chacune des phases de l'intérêt, soit son origine, s'il y a présence ou non d'émotions positives, si l'individu attribue ou non une valeur à l'objet d'intérêt, son niveau de connaissances à son égard ainsi que le niveau d'engagement intrinsèque démontré envers celui-ci.

Tableau 2.5 Principales caractéristiques des quatre types d'intérêt du modèle de Hidi et Renninger par Wininger *et al.* (2014, p. 408)

	Origine	Émotion positive	Valeur	Connaissance	Engagement intrinsèque
Intérêt situationnel déclenché	Externe	Présent	Absent	Minimal	Absent
Intérêt situationnel maintenu	Externe	Présent	Présent (externe)	Minimal	Minimal
Intérêt individuel émergent	Interne	Présent	Présent (développement interne)	Modéré	Modéré (appui externe)
Intérêt individuel développé	Interne	Présent	Présent	Élevé	Élevé

Ce tableau permet de voir en un coup d'œil que les deux phases du modèle associées à un intérêt situationnel sont habituellement générées par un appui externe, alors que celles associées à un intérêt individuel le sont plutôt par des sources intrinsèques. Dans tous les cas, il y a présence d'émotions positives associées au développement de l'intérêt. La présence de valeurs intériorisées au regard de l'objet d'intérêt est absente au départ et évolue en étant d'abord présente avec un appui externe (intérêt situationnel maintenu), puis développée de manière interne par l'apprenant (intérêt individuel émergent) pour être éventuellement tout simplement présente chez l'individu (intérêt individuel développé). Le Tableau 2.5 illustre aussi que les connaissances se bonifient au regard de l'objet d'intérêt au fur et à mesure qu'il passe d'une phase à l'autre du modèle. C'est également le cas pour l'engagement intrinsèque (*self-directed engagement*) au départ absent, mais qui se construit par la suite graduellement jusqu'à atteindre le niveau d'intérêt individuel développé.

2.2.3.4 La comparaison entre des modèles développementaux de l'intérêt

Ces modèles partagent des points en commun, mais diffèrent sur certains aspects. Par exemple, la théorie *Person-Objet* de l'intérêt (POI) de Krapp (2002) et le modèle en quatre phases du développement de l'intérêt de Hidi et Renninger (2006) mettent clairement en évidence que le développement de l'intérêt se produit simultanément à travers une composante affective et une composante cognitive. Par contre, Hidi et Renninger (2006) proposent des structures de connaissances différenciées, ce qui constitue un important critère de développement de l'intérêt dans ce modèle. En outre, le modèle de Hidi et Renninger (2006) inclut en plus une dimension liée à l'engagement intrinsèque de l'apprenant, essentielle de leur point de vue afin qu'un intérêt durable puisse se manifester.

Le POI et le modèle en quatre phases de Hidi et Renninger possèdent d'autres similarités. Tous deux considèrent que l'intérêt est une relation spécifique entre une personne et un objet. De plus, ils stipulent que l'intérêt porte sur un contenu spécifique. Par contre, Krapp (2002) soutient que la prédisposition à s'engager envers un objet d'intérêt aura lieu uniquement si cet engagement satisfait les besoins de l'individu, alors que pour Hidi et Renninger, les sentiments de compétence, d'autonomie et de relation sociale sont aussi considérés comme un moyen de soutenir l'intérêt croissant (Renninger et Shumar, 2003).

Le modèle de Silvia (2001) décrit quant à lui davantage les possibles sources de l'intérêt émotionnel, celui pouvant mener à des intérêts de plus longue durée, ainsi que le processus d'amplification qui permet d'accéder à celui-ci. Cependant, il détaille peu la façon dont le développement d'un intérêt émotionnel, de plus courte durée, peut mener à des intérêts à plus long terme. Des trois modèles présentés, celui de Hidi et Renninger s'acquitte, selon nous, le mieux de cette tâche. Leur modèle en quatre phases précise comment se transforment les émotions, les valeurs et les connaissances lors du développement d'un intérêt.

Certains parallèles peuvent aussi être tissés entre le modèle de Silvia (2001) et celui de Hidi et Renninger (2006). Tout d'abord, la conceptualisation de l'intérêt émotionnel de Silvia peut être mise en correspondance avec l'intérêt situationnel tel que vu par Hidi et Renninger. Il en est de même pour les *intérêts* (Silvia, 2001) et l'intérêt individuel développé (Hidi et Renninger, 2006). De plus, ces deux modèles mettent l'accent sur l'importance d'expériences répétées afin de générer un intérêt durable.

Cependant, pour Silvia (2001), le développement de l'intérêt réside davantage dans l'individu que dans l'interaction entre celui-ci et son environnement. Hidi et Renninger

(2006) ne partagent pas la même position : ils considèrent plutôt que l'intérêt est un état psychologique, ou une prédisposition, qui émerge de l'interaction entre une personne et son environnement et qui est entretenu par cette interaction. Autre différence entre ces deux modèles, Silvia (2001) ne traite pas de la possibilité d'un arrêt du développement de l'intérêt ou de la régression de celui-ci à des stades précédents, alors que le modèle en quatre phases (Hidi et Renninger, 2006) aborde cette possibilité et la décrit.

À la lumière de ces propos, dans le cadre de cette recherche, notre choix du modèle pour expliquer le développement de l'intérêt se porte sur celui de Hidi et Renninger (2006). L'argumentaire précédent met en lumière les forces de ce modèle qui décrit de manière détaillée comment un intérêt à long terme peut se générer. Il est d'ailleurs l'un des modèles du développement de l'intérêt les plus largement utilisés et soutenus de manière empirique dans le monde de l'éducation (Pattison et Dierking, 2019).

Plus précisément, en ce qui a trait aux études portant sur l'intérêt des élèves à l'égard de la ST, le modèle de Hidi et Renninger (2006) est fréquemment cité. À titre d'exemple, Akcaoglu *et al.* (2018) s'appuient entre autres sur celui-ci dans leur étude portant sur l'effet d'une intervention visant à ce que les élèves autogénèrent la valeur accordée à un objet en ST afin d'en favoriser le développement de l'intérêt. Ainsi, pour ces chercheurs, le choix de ce cadre théorique repose en partie sur le fait qu'il offre des explications sur la progression de la valeur accordée à un objet dans le développement de l'intérêt. Pour leur part, Ainley et Ainley (2011) se sont intéressés à la relation entre l'engagement, le plaisir, les connaissances scientifiques, la valeur personnelle de la ST et l'intérêt pour l'apprentissage de la ST. Pour ce faire, ils ont modélisé leurs prédictions sur les caractéristiques du modèle de développement de l'intérêt proposé par Hidi et Renninger (2006). Pour Ainley et Ainley (2011), ce modèle fournit un cadre permettant d'expliquer le développement d'un intérêt durable en ST pour l'individu,

celui-ci reposant sur une base solide de connaissances scientifiques, sur le fait de valoriser la ST et de ressentir un effet positif lorsqu'il s'engage dans des activités liées à cette discipline. Tout comme ces auteurs, nous nous appuyerons sur un construit générique de l'intérêt, soit celui défini par le modèle de Hidi et Renninger (2006), mais en adaptant cet objet à un contexte de ST.

Après avoir défini les deux principaux concepts de cette recherche, soit la démarche de conception technologique et l'intérêt, le chapitre suivant traite de la méthodologie. Le troisième chapitre aborde ainsi les différents éléments liés à l'opérationnalisation de cette recherche.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Comme exposé précédemment, la présente recherche vise à mesurer l'effet d'une stratégie pédagogique, soit notre modèle de démarche de conception technologique (DCT), sur l'intérêt des élèves en classe de ST au 3^e cycle du primaire et au 1^{er} cycle du secondaire. Ce chapitre expose la méthodologie visant à répondre aux questions de recherche identifiées précédemment, soit : 1) Quel est l'effet d'activités s'appuyant sur un modèle de DCT au regard de l'intérêt (situationnel et individuel) des élèves en classe de ST aux abords de la transition primaire-secondaire ? 2) Ce modèle a-t-il un impact différent sur les filles et les garçons ? À cet effet, notre posture épistémologique et le devis retenu sont d'abord exposés. Une description des participants ainsi que des instruments de cueillette de données est proposée par la suite. Le déroulement et le protocole ainsi que le traitement pédagogique suivent. Enfin, la méthode d'analyse et les considérations éthiques liées à cette étude sont évoquées.

3.1 La posture épistémologique et le devis de recherche

Savoie-Zajc et Karsenti (2018) mentionnent qu'il y a trois postures épistémologiques généralement associées à la recherche en éducation, soit positiviste, interprétative et

critique. La présente étude s'inscrit dans une posture positiviste en raison de sa finalité, des dispositifs méthodologiques mis en œuvre et de la place occupée par la chercheuse (Gohier, 2004).

Tout d'abord, en ce qui a trait à la nature de la production des savoirs visés par cette étude, nous cherchons à mesurer les effets d'une stratégie pédagogique, soit notre modèle de DCT, sur l'intérêt des élèves. Comme le mentionnent Sauvé *et al.* (2005), une position positiviste est objectiviste, par sa recherche d'explications causales, et celle-ci implique dans sa méthodologie un effort consenti au contrôle de variables. Ainsi, pour mener à bien nos objectifs de recherche, nous avons recours à des questionnaires et à un traitement statistique des données obtenues, éléments propres à une épistémologie positiviste (Gohier, 2004; Sauvé *et al.*, 2005), qui d'ailleurs est souvent associée à la recherche quantitative (Savoie-Zajc et Karsenti, 2018). Le choix de ces instruments de collecte de données permet à la chercheuse de se distancier des personnes participant à la recherche puisque, dans un tel contexte, celle-ci cherche à être objective et neutre (Savoie-Zajc et Karsenti, 2018). Elle n'est pas impliquée dans l'action se déroulant en classe, elle a plutôt un rôle d'observatrice non participante par les prises de mesures des instruments de cueillette de données.

Le fait que la présente étude ait lieu dans un environnement scolaire en constitue une particularité. D'une part, celui-ci contribue à sa validité écologique (Laine *et al.*, 2017), puisque la recherche a lieu dans de véritables classes. D'autre part, dans un tel contexte, il n'est pas possible d'avoir un contrôle complet sur les variables, soit pour des considérations éthiques ou pratiques (Boudreault et Cadieux, 2018). Par exemple, il est fréquent que les participants ne puissent être assignés de manière aléatoire dans différents groupes (Beier *et al.*, 2019; Jeong et Kim, 2015), entre autres parce que plusieurs facteurs ne sont pas connus du chercheur ou qu'ils échappent à son emprise (Boudreault et Cadieux, 2018; Gopalan *et al.*, 2020). Dans de tels cas, il faut

privilégier un devis de type quasi expérimental (Boudreault et Cadieux, 2018; Mac Iver et Mac Iver, 2019). Dans ce type de méthodologie — contrairement à un devis de type expérimental —, la condition de sélection aléatoire des participants n'étant pas respectée, le devis quasi expérimental est soumis à des biais menaçant sa validité interne³ (Kaya, 2015). Cependant, comme celui-ci tente de reproduire les caractéristiques d'un devis de type expérimental, cet effort est susceptible de contribuer à la robustesse de sa validité interne (Kaya, 2015). Ce type de méthodologie est d'ailleurs fréquemment exploité dans les recherches en éducation afin d'évaluer l'effet d'une intervention pédagogique sur différents éléments, tels les performances scolaires (Angwal *et al.*, 2019; Hiller et Kitsantas, 2014; Lin *et al.*, 2019), le développement de l'intérêt à l'égard des STIM (Laine *et al.*, 2017; Shahali *et al.*, 2017) ou les aspirations pour les carrières dans ces filières (Beier *et al.*, 2019; Hiller et Kitsantas, 2014; Shahali *et al.*, 2017). Afin de définir les caractéristiques de notre cadre méthodologique, il est utile de porter un regard sur des recherches partageant des traits communs à la nôtre. Cette analyse nous permettra d'en faire ressortir les dispositifs exploités et de justifier nos choix méthodologiques.

3.1.1 Les recherches existantes portant sur l'intérêt à l'égard de la ST

Actuellement, plusieurs études s'intéressent au phénomène du désintérêt des élèves à l'égard de la ST. Certaines ont exploré, tout comme nous, des stratégies pédagogiques susceptibles de rendre la ST davantage attractive pour les apprenants.

³ La validité interne est « la mesure dans laquelle une évaluation permet d'établir efficacement le lien de cause à effet d'une intervention sur les résultats » (Impact Canada, 2019, p. 51). Elle renseigne sur la capacité de l'étude à fournir une estimation rigoureuse de cette intervention. Il sera question des entraves à la validité interne de cette étude au cours du présent chapitre.

Dans leurs travaux, Doppelt *et al.* (2008) se sont intéressés aux effets d'un modèle de DCT, soit le *Design-Based Learning* (DBL), sur l'engagement et les performances scolaires dans un contexte d'ingénierie. Tout en suivant les étapes de la DBL, les élèves devaient construire en équipe une alarme à l'aide de composants électriques.

L'intervention s'est déroulée sur une période de 5 semaines auprès de 38 élèves provenant de 2 classes de 8^e année (13 à 14 ans), dont l'une comprenait des apprenants qui éprouvaient des difficultés scolaires. Parmi les instruments de mesure, la passation d'un prétest a été effectuée avant le début du traitement expérimental et d'un posttest immédiatement après le dernier jour de celui-ci, afin de mesurer le développement des concepts ciblés chez les élèves. Diverses observations (présentations orales des élèves, analyse de portfolios et observations par les chercheurs en classe) ont complété les instruments de cueillette de données. Parmi les résultats issus de cette étude, Doppelt *et al.* (2008) ont observé que l'intervention pédagogique étudiée a suscité un haut niveau d'engagement, en particulier dans la classe d'élèves en difficulté. La démarche réalisée (DBL) semble donc présenter le potentiel d'augmenter le désir d'apprendre des participants ainsi que leur intérêt pour des concepts liés à la ST (dans ce cas-ci, l'électricité). Les apprenants ont également développé une meilleure connaissance des contenus scientifiques à l'étude.

Les caractéristiques des activités proposées aux élèves dans le cadre de cette recherche inspirent notre traitement pédagogique puisque les fondements de la démarche exploitée rejoignent les éléments exposés dans notre cadre théorique définissant la DCT. D'autres éléments, telles l'exploitation de prétests et de posttests ainsi que la durée du traitement expérimental, sont également repris dans notre étude. Cependant, notre devis quasi expérimental sera bonifié, entre autres, par plus d'activités réalisées par les élèves et par la présence de traitements expérimentaux et témoins.

La recherche de Mammes (2004) a également suscité notre intérêt. Cette recherche, de méthodologie quasi expérimentale, visait à établir si l'intérêt pour la technologie des filles et des garçons en 3^e année pouvait être encouragé par un programme technologique cherchant à contrer le développement des différences entre les genres au regard de cette discipline.

Le devis quasi expérimental de cette étude impliquait quatre groupes d'élèves, dont deux étaient exposés au traitement expérimental (21 filles et 27 garçons). Deux autres étaient des classes témoins (19 filles et 23 garçons). Les groupes expérimentaux ont alors réalisé deux DCT. Dans la première, d'une durée de 16 heures réparties sur 3 semaines, les élèves devaient construire un ensemble de lumières pour un arbre de Noël fait à la main. Dans la seconde, d'une durée de 18 heures réparties sur 6 semaines, ils devaient effectuer la production en série de boîtes utilisées pour faire des nids d'oiseaux. La passation d'un même questionnaire, spécifique à chaque genre, a été réalisée à trois reprises auprès des groupes témoins et expérimentaux. La première passation, qui visait à identifier l'intérêt initial des élèves, a eu lieu au début du traitement expérimental (semaine 1), la seconde une fois que les groupes expérimentaux ont terminé les deux tâches (semaine 15), et la troisième onze semaines après la fin du traitement expérimental (semaine 37). Des entrevues avec certains élèves des groupes expérimentaux se sont déroulées une semaine après la fin de la deuxième tâche (semaine 16). Des comparaisons pré/posttests ont été réalisées afin de mesurer, chez les garçons et les filles, l'intérêt à l'égard de la technologie ainsi que les expériences émotionnelles positives en lien avec des objets techniques. À la suite du traitement expérimental, une augmentation significative a été enregistrée au regard de ces deux éléments chez les filles, réduisant l'écart entre les genres.

Similaire à plusieurs égards aux travaux de Mammes (2004), l'étude de Ateş et Eryilmaz (2011) a également retenu notre attention en raison de son devis expérimental. Celle-ci avait pour but d'évaluer l'efficacité d'activités pratiques exigeant une réflexion (*hands-on/minds-on*) comparativement à des méthodes d'enseignement dites traditionnelles sur les résultats scolaires et les attitudes à l'égard des circuits électriques chez des élèves de neuvième année.

Le devis de cette recherche quasi expérimentale prévoyait lui aussi des groupes expérimentaux et des groupes témoins. Les deux classes soumises au traitement expérimental (70 élèves) étaient sous la responsabilité d'un enseignant. Celui-ci avait reçu une formation avant d'amorcer ce traitement. Une rencontre de deux heures afin de l'informer du scénario pédagogique ainsi que de son rôle et de celui des élèves a été prévue à cette fin. Cet enseignant s'était porté volontaire pour mettre en application le traitement expérimental, soit un enseignement comprenant neuf activités pratiques exigeant une réflexion (*hands-on/minds-on*). Ces activités ont été développées pour susciter l'engagement des élèves dans l'étude des circuits électriques et pouvaient se réaliser avec du matériel électrique simple. Les élèves ont reçu 2 leçons de 40 minutes par semaine. Les deux autres classes, soit les groupes témoins, ont été prises en charge par un autre enseignant. Ces derniers ont reçu un enseignement magistral, procédé à des lectures de textes et des prises de notes et assisté à quelques démonstrations portant sur les concepts abordés. Fait important à noter, tous les groupes participants à cette recherche ont été exposés au même contenu scientifique, ce qui contribue à l'effort du contrôle des variables selon Ateş et Eryilmaz (2011).

Trois instruments de mesure ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Le *Physics Achievement Test* (PACT) a été utilisé pour évaluer les connaissances des élèves à propos des circuits électriques. Le *Physics Attitude Scale* (PATS) a servi à évaluer les

attitudes des élèves au sujet de l'électricité. Celui-ci, comprenant 24 items sur une échelle de type Likert à 5 niveaux, était divisé en 5 sous-catégories, soit le plaisir, l'importance perçue de la physique, l'intérêt, la motivation et le sentiment d'autoefficacité. Une liste de vérification a également été utilisée pour noter, entre autres, la fréquence des activités observées, le temps passé à faire des activités pratiques (*hands-on*) et le type de regroupements pour le travail (seul, en équipe de deux ou de trois). Les observations ont été effectuées par un ou les deux chercheurs pendant la réalisation des tâches. Le PACT et le PATS ont été passés une première fois une semaine avant le début de l'expérimentation (prétest), puis à la suite des trois semaines du traitement expérimental (posttest). Une des conclusions à laquelle l'analyse des données recueillies a pu mener est que les activités pratiques exigeant une réflexion (*hands-on/minds-on*) ont permis d'augmenter la performance au regard du thème étudié.

Comme l'exposera la section 3.4 du présent chapitre, les caractéristiques de notre devis expérimental rejoignent plusieurs de celles présentées dans les études de Mammes (2004) et Ateş et Eryilmaz (2011). Tout comme eux, il nous apparaît utile, afin d'observer l'impact d'une intervention pédagogique, de faire usage d'un devis qui prévoit des traitements témoins et expérimentaux. Il nous semble également essentiel que ceux-ci soient soumis à des pré et posttests visant à mettre en lumière l'impact de cette intervention. À notre sens, la recherche de Ateş et Eryilmaz (2011) se démarque par certains éléments que nous comptons également reproduire, soit le fait de soumettre les groupes expérimentaux et témoins à un enseignement des mêmes concepts et de dispenser une formation aux enseignants avant le traitement expérimental. Ces éléments nous paraissent primordiaux afin de contribuer à un effort du contrôle des variables.

Ces travaux ainsi que d'autres, dont ceux des chercheurs québécois Potvin et Hasni (2014) pour l'utilisation de questionnaires visant à mesurer différentes dimensions de l'intérêt, nous ont permis de faire ressortir les caractéristiques de notre méthodologie. Chacune d'elles est exposée dans les sections qui suivent.

3.2 Les participants

Les participants de cette étude sont des élèves du 3^e cycle du primaire (11 à 13 ans) ainsi que du 1^{er} cycle du secondaire (12 à 15 ans) d'un centre de services scolaire⁴ du Québec au Canada. Le choix de cette population cible repose sur le fait que, comme exposé au chapitre I, la transition entre le primaire et le secondaire a été identifiée comme un moment où l'intérêt chute de manière importante (Anderhag *et al.*, 2016; Potvin et Hasni, 2018). Il nous apparaît donc pertinent d'étudier l'effet d'une stratégie pédagogique, soit notre modèle de DCT, sur l'intérêt des apprenants se situant à la fin du primaire ainsi qu'au début du secondaire puisqu'il s'agit d'un moment critique au regard du développement de l'intérêt.

Le choix de l'échantillon s'est fait sur la base du volontariat des enseignants. La chercheuse est conseillère pédagogique dans le centre de services scolaire dans lequel cette étude s'est déroulée. Avant le début de l'expérimentation, elle avait mentionné qu'elle recherchait des enseignants souhaitant participer à cette étude. Tous les enseignants qui ont manifesté de l'intérêt ont été retenus et les élèves de leur(s) classe(s) sont ainsi devenus les participants à cette étude. Bien que cet échantillon de

⁴ L'appellation commission scolaire était d'usage au moment de la cueillette de données.

convenance comporte un biais de sélection⁵ et présente des limites en matière de représentativité de la population visée⁶, il revêt un intérêt quant à la faisabilité de la présente étude. Il permet entre autres l'accès à un nombre de participants relativement élevé et à leurs enseignants, ainsi qu'une proximité géographique qui facilite la rencontre des enseignants à leur école au besoin.

3.2.1 Les participants à l'ordre d'enseignement primaire

En ce qui a trait aux élèves du 3^e cycle, 8 classes ont participé à l'étude, dont 4 classes multiniveaux de 5^e et 6^e année, 2 classes de 5^e année et 2 de 6^e année, pour un total de 121 participants provenant du primaire (population accessible). Ceux-ci provenaient de sept écoles différentes dont l'indice de milieu socioéconomique (IMSE) variait alors entre sept et dix. Cet indice est la résultante de deux variables, en l'occurrence, la sous-scolarisation de la mère et l'inactivité des parents (MEES, 2020). Pour une école, l'IMSE représente la moyenne de cette mesure pour tous ses élèves. À ce propos, le Tableau 3.1 dresse une synthèse de ces informations.

⁵ Le biais de sélection est une entrave à la validité interne de l'étude. Lorsque les groupes ne sont pas formés de manière aléatoire, certaines de leurs caractéristiques (cognitives, affectives, démographiques, etc.) peuvent avoir un impact sur les résultats observés (Kaya, 2015). Pour notre étude, le biais de sélection est attribuable au fait que les groupes d'élèves sont déjà formés par les établissements scolaires.

⁶ La validité externe est « la mesure dans laquelle les conclusions d'une étude peuvent être généralisées à d'autres cas, régions, périodes et individus » (Impact Canada, 2019, p. 51). Celle-ci est entre autres tributaire de la représentativité de l'échantillon choisi.

Tableau 3.1 Informations relatives aux participants du primaire

École	Classe	Nombre d'élèves au total	IMSE
1		12	7
2	Classe multiniveaux (5 ^e – 6 ^e années)	12	7
3		13	10
4		20	10
5	Classe de 5 ^e année	17	8
6	Classe de 5 ^e année	17	10
	Classe de 6 ^e année	16	
7	Classe de 6 ^e année	14	9
Total		121	

3.2.2 Les participants à l'ordre d'enseignement secondaire

Au 1^{er} cycle du secondaire, huit classes provenant de deux écoles secondaires ont participé à cette recherche. Une de ces deux écoles avait alors un IMSE de six, et l'autre de dix. Il faut mentionner que pour cet ordre d'enseignement, un même enseignant peut avoir plusieurs groupes à sa charge. Or, dans le cas de notre étude, les trois enseignants ayant accepté de collaborer à cette recherche ont permis à plus d'un de leurs groupes d'y participer. Ainsi, 147 élèves de 1^{re} secondaire provenant de 6 classes d'une école ainsi que 46 élèves de 2^e secondaire de 2 classes d'une autre école ont participé à l'étude, pour un total de 193 élèves au 1^{er} cycle du secondaire. Le Tableau 3.2 synthétise les informations précédentes.

Tableau 3.2 Informations relatives aux participants du secondaire

Écoles	Classes	Nombre de groupes participants	Nombre d'élèves en 1 ^{re} secondaire	Nombre d'élèves en 2 ^e secondaire	Nombre d'élèves	IMSE
1	Enseignant 1	2	54	-	54	6
	Enseignant 2	4	93	-	93	
2	Enseignant 3	2	-	46	46	10
Total		8	147	46	193	

3.2.3 Les enseignants ayant collaboré à l'étude

Bien qu'ils ne soient pas considérés comme des participants à cette recherche, précisons que tous les enseignants, qu'il s'agisse de ceux du primaire ou du secondaire, ayant accepté de collaborer à l'étude l'ont fait de manière volontaire. Leur participation prenait pour eux la forme d'une formation continue, car ils étaient amenés à expérimenter des tâches, pour la grande majorité, nouvelles pour eux.

3.3 Les instruments de cueillette de données

Plusieurs recherches s'intéressant aux effets d'une DCT sur l'intérêt des apprenants font usage de questionnaires qui exploitent des échelles de type Likert (Ateş et Eryilmaz, 2011; Doppelt *et al.*, 2008; Knowles *et al.*, 2018; Lawanto *et al.*, 2012). Ceux-ci sont utilisés à un ou des moments précis pour recueillir les préférences ou les avis des répondants (Denson et Lammi, 2014). Dans le cadre de cette étude, les deux instruments de cueillette de données exploités, soit le *Questionnaire ponctuel* (QP) et le *Questionnaire général* (QG), comportent de telles échelles. Ils ont été élaborés par

la Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST). La section suivante décrit chacun de ces instruments.

3.3.1 Le Questionnaire ponctuel (QP)

Le Questionnaire ponctuel (QP) a été utilisé afin de mesurer l'intérêt situationnel des élèves en cours de réalisation des tâches qui leur ont été proposées.

Les questions 1 à 6 recueillent des informations nominatives. Les questions 7 à 10 requièrent quant à elles des réponses courtes. Par exemple, pour la question 7, on peut lire : *Nommez deux moments que vous avez trouvés intéressants dans la période (le cours) qui vient de se terminer.* Les questions qui suivent, soit les questions 11 à 15, présentent des items à évaluer sur une échelle de type Likert. Voici un exemple d'un de ces items du QP original à la Figure 3.1.

11. Le cours que l'on vient juste de vivre était intéressant.					
Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 3.1 Exemple d'item du Questionnaire ponctuel (QP)

Dans le cadre de la présente étude, une version de ce questionnaire a été adaptée de la version originale du CRIJEST. Des mesures d'alpha de Cronbach ont été obtenues afin de nous assurer de la cohérence interne (fiabilité)⁷ des items que nous avons

⁷ Ce qui a un impact positif sur la validité interne de la recherche.

retenus dans cette nouvelle version (soit 0,87 pour l'ensemble des items)⁸. Celle-ci comprend 14 items au total. Les six questions nominatives et les cinq items à évaluer sur une échelle de type Likert ont été conservés. Les quatre questions à réponse courte n'ont pas été retenues, puisqu'elles ne nous permettent pas le traitement statistique prévu dans le cadre de cette étude. Enfin, nous avons ajouté trois questions auxquelles les élèves devaient répondre sur une échelle de type Likert. La version modifiée du QP exploitée dans la présente étude est présentée en *Annexe B*. Le Tableau 3.3 présente les questions, autres que nominatives, faisant partie de la version du QP exploitée dans le cadre de cette étude. Précisons que les items qui ont été ajoutés à la version originale du QP sont les questions 12 à 14.

Tableau 3.3 Énoncés relatifs aux questions 7 à 14 du Questionnaire ponctuel (QP)

N° de la question	Énoncé
7.	Le cours que l'on vient juste de vivre était intéressant.
8.	Le cours que l'on vient juste de vivre était stimulant.
9.	J'ai beaucoup aimé suivre ce cours.
10.	Ce cours me sera certainement utile dans l'avenir.
11.	J'ai l'impression d'avoir bien compris tout ce dont on a parlé dans ce cours.
12.	Comparé à ce qu'on fait d'habitude en science et technologie (S&T), ce qu'on a fait aujourd'hui m'a paru PLUS intéressant.
13.	J'ai trouvé la mise en situation intéressante.
14.	J'ai aimé qu'on présente la tâche à réaliser comme un défi.

Les items faisant partie de cette nouvelle version du QP visent à amasser des données relatives à l'intérêt situationnel. Rappelons que ce type d'intérêt peut être précurseur

⁸ Des précisions au sujet des alphas de Cronbach obtenus pour le QP sont fournies au Tableau 4.2.

d'un intérêt plus durable, mais que sa nature est temporaire. Ainsi, lorsque les élèves étaient invités à y répondre, il leur était demandé de le faire en se référant à ce qu'ils venaient tout juste de faire. Par leurs réponses, les élèves ont indiqué si les activités proposées ont pu susciter (ou pas) des réactions positives à court terme. Par exemple, les items 12, *Comparé à ce qu'on fait d'habitude en science et technologie (S&T), ce qu'on a fait aujourd'hui m'a paru PLUS intéressant*, et 14, *J'ai aimé qu'on présente la tâche à réaliser comme un défi*, illustrent bien la possibilité pour l'élève de faire état ou non d'émotions positives qu'il a ressenties pendant la tâche qu'il venait de réaliser.

Ainsi, les items compris dans cette nouvelle version du QP nous permettent d'amasser des données afin d'étudier l'effet de notre modèle de DCT sur l'intérêt situationnel. Celles-ci nous fournissent de précieuses informations afin de répondre à la première partie de notre première question de recherche, à savoir quel est l'impact de notre modèle de DCT sur le développement d'un intérêt à court terme (intérêt situationnel), ainsi qu'à notre deuxième question de recherche, à savoir si cet impact est différent chez les filles et les garçons.

3.3.2 Le Questionnaire général (QG)

Cet instrument vise à mesurer l'intérêt individuel des élèves à l'égard de la science et de la technologie (ST). Le QG a d'abord été testé par la CRIJEST avec huit élèves pour vérifier la compréhension qu'ils avaient des questions. Ce premier travail a permis d'ajuster les questions qui ne furent pas bien comprises. Par la suite, une validation statistique a été réalisée auprès de 2 800 élèves de la 5^e année du primaire à

la 2^e année du secondaire. Des mesures d'alpha de Cronbach ont été obtenues afin de confirmer la cohérence interne (fiabilité) des items utilisés⁹.

Le QG est composé de 139 items à évaluer sur une échelle de type Likert majoritairement à 6 niveaux et parfois à 3 niveaux. La Figure 3.2 présente un exemple d'item à six niveaux.

101. J'ai hâte aux prochaines activités de S&T.

Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
<input type="checkbox"/>					

Figure 3.2 Exemple d'item du Questionnaire général (QG)

Le questionnaire s'appuie sur quatre dimensions de l'intérêt individuel (Potvin et Hasni, 2014), soit : 1) *Moi et mon entourage*; 2) *Les sciences et la technologie dans la société*; 3) *Les sciences et la technologie à l'école*; 4) *Les métiers en science et technologie*. Puisqu'il permet de broser un portrait complet de l'intérêt, il a été préféré à d'autres questionnaires jugés soit : 1) trop brefs ou incomplets (Tyler-Wood *et al.*, 2012; Weinburgh et Steele, 2000); 2) orientés vers la poursuite d'études supérieures (Appianing et Van Eck, 2018) ou de carrières liées aux STIM (Kier *et al.*, 2013); ou encore 3) mettant l'accent sur d'autres dimensions que celle ciblée par notre objet de recherche, dont la pertinence perçue par les élèves de la science dans la société (Lamb *et al.*, 2012).

⁹ Ce qui a un impact positif sur la validité interne de la recherche.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons apporté certaines adaptations au QG en fonction de nos questions de recherche. Comme notre étude vise à identifier les effets d'une intervention réalisée en classe, nous avons uniquement retenu des questions de la dimension 3, soit *Les sciences et la technologie à l'école*. Ainsi, nous avons conservé les items de cette dimension se référant spécifiquement à l'intérêt, ceux-ci étant étroitement liés à notre objet de recherche. Ce faisant, nous avons sélectionné 10 des 139 items du questionnaire original, en incluant 5 questions posées au départ afin de recueillir des informations nominatives sur les participants. La version modifiée du QG utilisée dans cette étude est présentée à l'Annexe C. Le Tableau 3.4 présente la liste des questions retenues de la dimension 3.

Tableau 3.4 Énoncés relatifs aux questions 101 à 105 du Questionnaire général (QG)

N° de la question	Énoncé
101.	J'ai hâte aux prochaines activités de S&T.
102.	Les S&T à l'école, c'est l'« fun ».
103.	Les S&T à l'école, c'est « plate ».
104.	On devrait passer plus de temps à faire des S&T à l'école.
105.	Si j'avais le choix, je n'irais plus aux cours de S&T.

Les items sélectionnés ont été conservés tels quels puisqu'ils ont déjà été exploités dans des recherches similaires à la nôtre et que nous les avons jugés appropriés pour notre expérimentation, ceux-ci permettant de mesurer l'intérêt individuel. Rappelons que ce type d'intérêt représente une prédisposition psychologique relativement durable à se réengager vis-à-vis d'un contenu particulier. À cet effet, les énoncés du QG retenus ne réfèrent pas à une situation en particulier dans laquelle l'intérêt se manifeste, mais bien à des énoncés génériques qui permettent de voir si cette

prédisposition est maintenue dans le temps. Par exemple, l'item 101, *J'ai hâte aux prochaines activités de S&T*, apporte des informations au sujet de la prédisposition à se réengager envers un objet d'intérêt, soit, dans ce cas-ci, la ST. D'autres items fournissent des indications relatives aux émotions positives suscitées par la ST sur une relativement longue période, ce qui est également un élément qui définit l'intérêt individuel. À titre d'illustration, mentionnons l'item 102, *Les S&T à l'école, c'est l'« fun »*, qui nous renseigne au regard d'émotions positives générées (ou non) par la ST sur une période mentionnée dans le questionnaire. Celui-ci indique aux élèves qu'ils sont invités à répondre aux énoncés en considérant leurs expériences en ST dans les dernières semaines, qu'il s'agisse de la passation au prétest ou au posttest.

Ainsi, l'ensemble de ces items nous est utile afin de mesurer l'effet de notre modèle de DCT sur l'intérêt individuel. Les données obtenues nous permettent de répondre à la deuxième partie de notre première question de recherche, à savoir quel est l'impact de notre modèle de DCT sur le développement d'un intérêt à long terme (intérêt individuel) chez les élèves, ainsi qu'à notre deuxième question de recherche, à savoir si cet impact est différent chez les filles et les garçons.

3.4 Le déroulement et le protocole

Puisque cette étude se déroule dans des écoles primaires et secondaires, et que ces deux contextes sont différents, le devis expérimental associé à chacun de ces ordres d'enseignement présente certaines distinctions.

3.4.1 Le devis expérimental au 1^{er} cycle du secondaire

À l'ordre d'enseignement secondaire, un devis pré/posttest de groupes non équivalents a été appliqué pour les groupes expérimentaux et les groupes témoins. Ce type de devis est fréquemment utilisé pour étudier l'effet d'une variable sur l'intérêt des apprenants en ST (Akcaoglu *et al.*, 2018; Hoffmann, 2002; Mammes, 2004; Tyler-Wood *et al.*, 2012).

Chaque enseignant participant à la recherche avait à sa charge au moins un groupe expérimental et un groupe témoin. Ces groupes sont considérés comme indépendants, parce qu'ils n'ont pas d'influence les uns sur les autres (Xu *et al.*, 2017). Précisons également que ces groupes sont qualifiés de « non équivalents » puisqu'ils n'ont pas été générés de manière aléatoire. Bien qu'ils ne puissent être considérés comme équivalents, nous avons tenté de les rendre les plus similaires possibles compte tenu du contexte. Par exemple, pour nos classes participantes, nous disposions d'un nombre égal de groupes témoins et de groupes expérimentaux pour chacune des écoles. De plus, tous ces groupes étaient qualifiés de « réguliers »; aucun d'eux n'étant une classe à vocation particulière. Ces considérations militent en faveur de la validité interne de l'étude. De plus, une autre force de ce type de devis est qu'il offre la possibilité de comparer deux groupes — l'un témoin et l'autre expérimental — ce qui peut s'avérer utile, par exemple, pour contrôler les effets possiblement liés à la maturation (développement) des participants. Ainsi, selon Kaya (2013), ce type de devis permet de réduire plusieurs biais menaçant la validité interne.

Le Tableau 3.5 présente la répartition des groupes participants par enseignant pour le secondaire.

Tableau 3.5 Nombre de groupes expérimentaux et témoins pour chaque enseignant du secondaire

Enseignants	Nombre de groupes expérimentaux	Nombre de groupes témoins
1	1	1
2	2	2
3	1	1

Dans les groupes expérimentaux, les élèves devaient réaliser deux activités dans lesquelles une DCT était mise à profit. Les caractéristiques de ces tâches prennent appui sur notre modèle de DCT défini dans le cadre théorique. Il sera question plus longuement de ces caractéristiques à la section 3.5. Mentionnons pour le moment que les principaux concepts ciblés pour les deux activités, soit les machines simples, les tremblements de terre ainsi que les forces et les mouvements, ont été choisis parmi les contenus prescrits pour des élèves de ce cycle (MEQ, 2006; MELS, 2011). Chaque activité s'est déroulée sur une période d'environ six heures réparties sur deux semaines. Avant (O_1) et à la fin du traitement expérimental (O_1'), les élèves devaient répondre au QG (prétest et posttest). De plus, à la fin de chaque activité, il était attendu qu'ils répondent au QP (QP1 et QP2).

Les groupes témoins ont été exposés aux mêmes concepts, mais sans qu'une DCT soit mobilisée. Les activités réalisées dans les groupes témoins ont été un peu plus brèves, soit environ quatre heures, car, dans ce cas-ci, il n'y avait pas de phase de construction d'un prototype. Par contre, dans un effort de rendre les tâches dans les groupes expérimentaux et témoins les plus similaires possible, une phase de manipulation (non liée à une DCT) était prévue dans les activités des groupes témoins. Avant (O_2) et à la fin du traitement témoin (O_2'), les élèves devaient répondre au QG

(prétest et posttest). Ils devaient également répondre au QP à la fin de chaque activité (QP1 et QP2).

La Figure 3.3 synthétise les caractéristiques du devis expérimental pour l'ordre d'enseignement secondaire. Celle-ci met en évidence les deux séquences qu'un même enseignant a réalisées en parallèle avec son ou ses groupes soumis au traitement expérimental et son ou ses groupes soumis au traitement témoin.

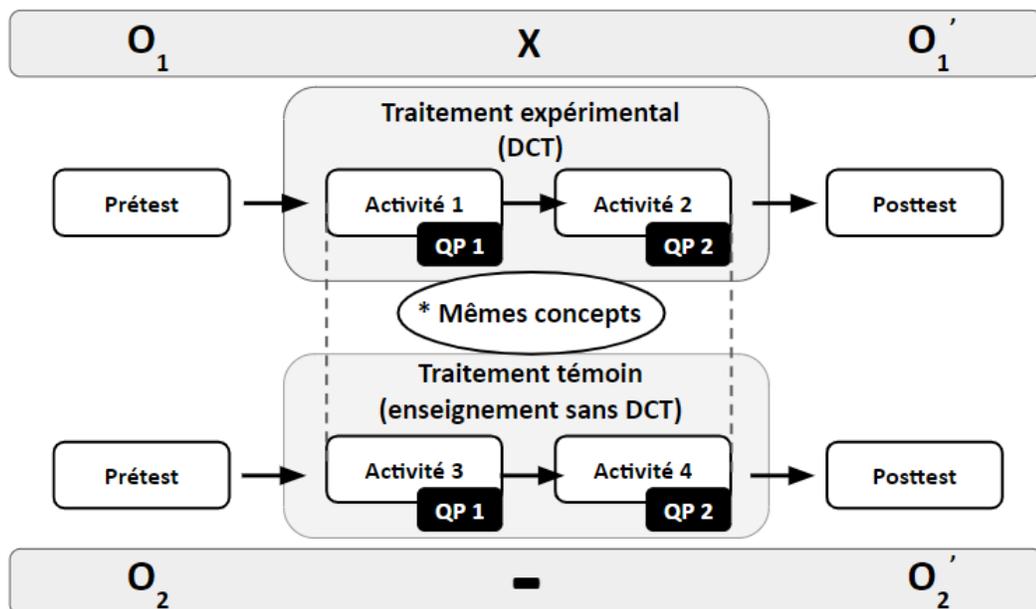


Figure 3.3 Caractéristiques du devis expérimental pour le traitement expérimental et le traitement témoin à l'ordre d'enseignement secondaire

Afin de tenter de contrôler l'environnement dans lequel la variable expérimentale a été introduite, différents éléments ont été considérés. Dans un effort de contrôler l'effet enseignant, chacun d'eux avait au moins un groupe soumis au traitement témoin et un groupe soumis au traitement expérimental. Pour tous ces groupes, témoins et expérimentaux, le choix des tâches réalisées en classe a été contraint par la

nécessité d'offrir des activités traitant des mêmes concepts. Cette préoccupation répond au souci de ne pas fausser les mesures d'intérêt en raison de concepts différents abordés dans les groupes expérimentaux et témoins. Dans le même sens, les quatre tâches proposées permettaient aux élèves de manipuler des objets. Un autre élément en faveur du contrôle des variables : les élèves d'un groupe étaient localisés dans un même environnement de classe tout au long de l'expérimentation réalisée dans leur cours de science et technologie. Le Tableau 3.6 résume l'ensemble de ces propos.

Tableau 3.6 Éléments ciblés afin de contrôler les variables entre les groupes expérimentaux et témoins au secondaire

Éléments ciblés	Groupes expérimentaux et témoins
Enseignant	› Un même enseignant avait au moins un groupe expérimental et un groupe témoin à sa charge.
Principaux concepts ciblés	› Tâche 1 : machines simples, forces et mouvements. › Tâche 2 : tremblements de terre, forces et mouvements.
Manipulation	› Présente dans les deux cas.
Environnement	› Même local pour les groupes d'un même enseignant.

3.4.2 Le devis expérimental au 3^e cycle du primaire

Le type de devis exploité dans les classes du secondaire ne peut être reproduit au primaire puisque chaque enseignant a uniquement un groupe-classe à sa charge. Il ne peut donc enseigner à la fois à un groupe expérimental et à un groupe témoin. Le devis a donc dû être repensé de manière à ce que chaque enseignant du primaire réalise successivement l'équivalent de ce qui est fait avec un groupe témoin et avec

un groupe expérimental par l'enseignant du secondaire, mais — distinction importante ici — dans un seul groupe. Ainsi, un traitement témoin et un traitement expérimental ont été réalisés consécutivement dans chacune des classes du primaire. Ce type de devis a déjà été exploité dans des travaux non publiés de la CRIJEST.

Tout d'abord, un traitement témoin a été effectué. Lors de ce traitement, deux activités ont été réalisées sans impliquer une DCT. Les principaux concepts ciblés étaient les machines simples, les forces et les mouvements ainsi que les conducteurs et les isolants thermiques. Ceux-ci font partie du contenu prescrit pour les élèves de ce cycle (MEQ, 2001; MELS, 2009). Chaque activité s'est déroulée sur une période d'environ six heures réparties sur deux semaines. Les élèves devaient répondre au QG avant (prétest) et à la fin (posttest 1) de ce traitement. Pendant cette période, les élèves ont répondu deux fois au QP, soit à la fin de chaque activité (QP1 et QP2). Par la suite, le traitement expérimental a eu lieu. Les mêmes concepts abordés lors du traitement témoin ont été repris, en prenant soin de les aborder avec une nouvelle mise en contexte, mais cette fois en exploitant une DCT dont les caractéristiques sont en cohérence avec le modèle présenté au chapitre II. Lors de la phase expérimentale, les élèves ont répondu à nouveau au QP à la fin de chaque activité (QP1 et QP2). Une troisième passation du QG (posttest 2) a lieu à la fin du traitement expérimental.

La Figure 3.4 synthétise les caractéristiques du devis expérimental pour l'ordre d'enseignement primaire. Elle met en lumière la spécificité de ce devis, soit un traitement témoin, puis un traitement expérimental réalisé par les mêmes participants. La figure résume également les prises de données réalisées dans le temps par les QG à trois moments stratégiques, soit avant (prétest) et après le traitement témoin (posttest 1), à la toute fin de l'expérimentation (posttest 2) pour mesurer l'intérêt individuel, et par les QP (Q1 à Q4) pour sonder l'évolution de l'intérêt situationnel.

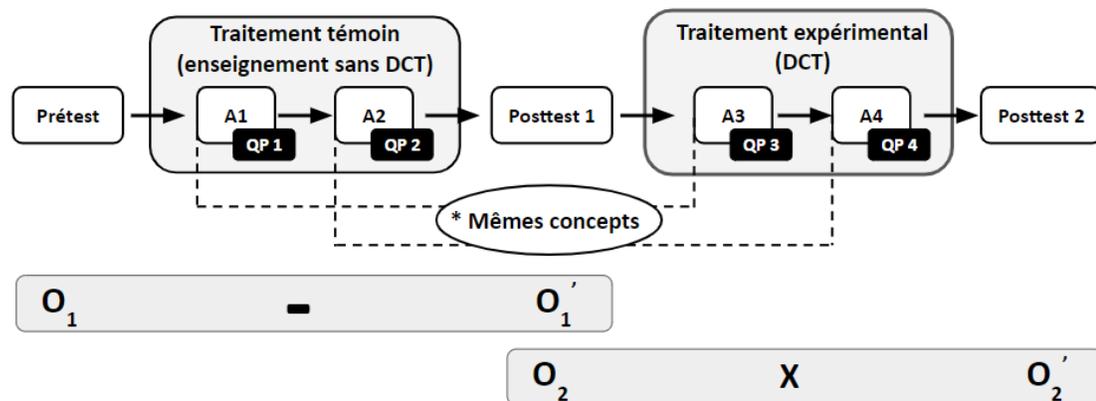


Figure 3.4 Caractéristiques du devis expérimental pour le traitement expérimental et le traitement témoin à l'ordre d'enseignement primaire

Le Tableau 3.7 expose les éléments qui ont été ciblés afin de tenter de contrôler les traitements témoin et expérimental pour les groupes du primaire. L'effet enseignant peut être contrôlé puisqu'il s'agit d'un même titulaire qui réalise le traitement témoin, puis le traitement expérimental dans un même groupe. Un souci d'aborder les mêmes concepts, mais à travers des mises en situation variées, se reflète dans le choix des tâches proposées aux élèves. De plus, dans le cas de ces quatre tâches expérimentées en classe, des activités de manipulation ont été prévues. À cet effet, une trousse d'objets a été préparée par la chercheuse à l'attention de chacun des groupes. Ainsi, dans chaque classe, les élèves ont pu réaliser les manipulations avec le même matériel. Enfin, autre élément similaire pour tous les groupes : ils ont vécu les traitements témoin et expérimental dans le même environnement.

Tableau 3.7 Éléments ciblés afin de contrôler les variables entre les traitements témoin et expérimental pour les groupes du primaire

Éléments ciblés	Traitements témoin et expérimental
Enseignant	› Le même enseignant est présent lors de ces deux phases.
Principaux concepts ciblés	› Tâche 1 : machines simples, forces et mouvements. › Tâche 2 : isolants et conducteurs thermiques, forces et mouvements.
Manipulation	› Présente dans les deux cas, avec les mêmes objets par les trousseaux préparées par la chercheuse.
Environnement	› Même local durant les deux phases.

Soulignons enfin que ce type de devis présente certains avantages, dont le fait qu'il ne nécessite pas un groupe témoin pour la comparaison des résultats et qu'il permet des mesures avant et après une intervention réalisée auprès d'un même groupe. Cependant, mentionnons que certaines de ses caractéristiques présentent des écueils au regard de la validité interne. Par exemple, des événements, autres que l'introduction de la DCT, se produisant pendant le traitement expérimental peuvent avoir un impact sur les mesures enregistrées (effet d'histoire) – (Kaya, 2015). Sans groupe témoin, il est difficile de cerner l'impact de ces événements autres que ceux associés au traitement expérimental.

3.5 Le traitement pédagogique

Afin d'opérationnaliser ce devis expérimental, une formation préparatoire a été offerte aux enseignants participants. De plus, huit activités pédagogiques ont été préparées en s'inspirant rigoureusement du modèle de DCT présenté dans notre cadre théorique. Celles-ci étaient soit destinées aux groupes témoins ou aux groupes expérimentaux de l'ordre d'enseignement secondaire, soit aux élèves du primaire

pour le traitement témoin ou le traitement expérimental. Des précisions suivent dans cette section.

3.5.1 La formation préparatoire adressée aux enseignants

Avant d'amorcer la recherche, une formation en ligne a été donnée aux enseignants du primaire par la chercheuse. Celle-ci, d'une durée d'environ 1 h 30, avait pour but d'expliquer le déroulement de l'étude, le contenu des activités pédagogiques prenant appui sur le modèle de DCT présenté dans le cadre théorique, le rôle de l'enseignant et celui de leurs élèves.

Une attention particulière a été accordée à la présentation des actions attendues des enseignants lors de la réalisation des activités pédagogiques mobilisant une DCT. Pour ce faire, il leur a d'abord été mentionné que pour ces tâches, leurs élèves auraient à réaliser une DCT. Il leur a aussi été précisé que les actions qu'ils poseraient alors seraient susceptibles d'avoir un impact sur le soutien donné aux élèves dans leur démarche ainsi que sur leur intérêt à l'égard de la ST. Il leur a ensuite été expliqué en quoi consiste le modèle de DCT défini dans le cadre de cette étude et que les activités mobilisant une DCT prenaient appui sur les phases et les composantes de ce modèle. Il a également été question des actions attendues par l'enseignant lors de la conduite de ces activités pour chacune des phases de ce modèle, c'est-à-dire les techniques et les procédés d'enseignement décrits au chapitre II.

Par la suite, la documentation liée aux activités à réaliser en classe a été présentée aux enseignants. Les cahiers de l'élève renfermant des activités visant la mise en œuvre d'une DCT — rappelons-le, dont le contenu est en cohérence avec notre modèle de

DCT — constituent des repères sur lesquels les enseignants ont pu prendre appui en guise de rappel des actions qui étaient attendues d’eux. De plus, il s’agit par le fait même de lignes directrices adressées explicitement aux élèves pour la réalisation de leur démarche.

Finalement, il a été question du formulaire de consentement ainsi que des questionnaires général et ponctuel. Leur contenu et leurs modalités de passation ont été abordés dans cette dernière partie de la rencontre. Un compte-rendu écrit de la formation en ligne a été produit, puis distribué aux enseignants (*voir Annexe D*).

Puisqu’ils n’étaient que trois, et ce, dans deux écoles différentes, les enseignants du secondaire ont été rencontrés individuellement. Mis à part les tâches différentes pour les deux ordres d’enseignement, le même contenu que celui des formations en ligne pour le primaire a été abordé avec les enseignants du secondaire. Le compte-rendu de ces rencontres se trouve à l’*Annexe E*.

Ajoutons qu’à la suite de la formation, tous les enseignants, tant ceux du primaire que du secondaire, ont été invités à communiquer avec la chercheuse en cas d’interrogations. Lorsque des enseignants posaient une question à la chercheuse, celle-ci transmettait également la réponse par courriel aux autres enseignants afin de s’assurer d’une diffusion uniforme de l’information. De plus, des échanges de vive voix ont eu lieu lorsque nécessaire.

3.5.2 Les activités pédagogiques mettant en œuvre une DCT

Tant au primaire qu'au secondaire, pour toutes les activités du traitement expérimental, le cahier de l'élève met en lumière les phases et les composantes d'une DCT telles que définies au chapitre II. Ainsi, la planification d'activités respectant la définition opérationnelle de la DCT est un moyen que nous avons exploité afin de sécuriser la mise en place de notre modèle de DCT. Les traces de la démarche des élèves ont été consignées dans ces cahiers. Celles-ci n'ont pas été analysées dans le cadre de cette recherche, mais étaient essentielles aux enseignants pour des fins d'évaluation.

Dans chacun des cahiers visant à soutenir l'élève dans une DCT, une mise en situation et un cahier de charges sont d'abord inclus. Ces sections ont pour but de permettre aux élèves d'amorcer la phase d'analyse de la DCT en mettant en œuvre les composantes qui y sont associées, soit identifier et décrire le problème, clarifier les contraintes et cibler les critères de réussite.

Ces cahiers comprennent également des éléments visant à stimuler la créativité des élèves pendant la phase de conception. Par exemple, afin d'explorer des solutions existantes, des activités d'observation de mécanismes pouvant inspirer les élèves sont incluses dans certains cahiers. De plus, des espaces sont prévus afin de dessiner des croquis représentant leurs premières conceptualisations du prototype et de consigner le matériel qu'ils envisagent d'utiliser. En cours de construction du prototype, les élèves peuvent aussi noter des problèmes rencontrés et les solutions envisagées pour les résoudre.

Certaines questions des cahiers de l'élève visent à soutenir les élèves lors de la phase d'optimisation. À titre d'illustration, mentionnons celle-ci :

- Quelles modifications ou quels ajustements pourrais-tu apporter à ton prototype pour qu'il soit plus efficace ? Donne au moins un exemple concret de ce que tu pourrais faire en identifiant clairement l'action à accomplir et/ou le matériau à utiliser.

En outre, en cohérence avec les composantes, techniques et procédés pédagogiques décrits dans la phase de communication de la DCT, lors de leur formation préparatoire, les enseignants ont entre autres été appelés à favoriser les échanges entre les équipes tout au long du processus. Les enseignants ont également été invités à intervenir auprès des élèves afin de les aider à prendre conscience qu'ils réalisent une démarche itérative.

Précisons maintenant certains éléments spécifiques aux activités prévues pour les groupes du secondaire et ceux du primaire, et ce, tant pour le traitement expérimental que pour le traitement témoin.

3.5.3 Les activités pédagogiques au secondaire

Les élèves du secondaire des groupes expérimentaux ont réalisé deux activités mettant en œuvre une DCT. La première a pour but de créer un prototype dans lequel une boule de gomme peut se déplacer (*voir Annexe F*). Les concepts de force et de mouvement ainsi que les machines simples constituent les thèmes abordés. La seconde activité propose aux élèves de construire un sismographe. Pour cette tâche,

les concepts ciblés sont les tremblements de terre et, à nouveau, les concepts de force et de mouvement (*voir Annexe G*). Rappelons que le choix du contenu abordé dans ces deux activités était limité par le contenu susceptible d'être couvert par les enseignants en ST au premier cycle du secondaire (MEQ, 2006; MELS, 2011).

Pour les groupes témoins, deux activités ciblant les mêmes concepts ont été prévues. Dans la première, les élèves devaient réaliser différentes manipulations impliquant des machines simples avant de répondre à des questions au sujet de leur fonctionnement. Différents ateliers avaient été disposés à cet effet dans la classe. Pour la deuxième activité, les élèves devaient procéder à des observations et à des manipulations sur différents prototypes de sismographes afin de répondre à des questions à propos de leur fonctionnement. Il est possible de consulter les cahiers de l'élève pour ces deux activités respectivement aux *Annexes H et I*.

3.5.4 Les activités pédagogiques au primaire

Pour leur part, les élèves du primaire ont réalisé, dans un premier temps, deux activités ne mobilisant pas une DCT. Celles-ci constituent le traitement témoin. Tout d'abord, ils ont effectué une tâche portant sur les machines simples ainsi que sur les concepts de force et de mouvement, similaire à celle réalisée par les élèves du secondaire des groupes témoins, mais simplifiée. Celle-ci implique la manipulation de machines simples disposées dans diverses stations dans la classe. Par la suite, dans la seconde activité, il leur a été demandé de choisir des isolants efficaces pour une cabane à chien. Pour ce faire, les apprenants ont à effectuer différentes manipulations. Les contenus disciplinaires visés sont les conducteurs et les isolants thermiques, ainsi que les concepts de force et de mouvement. Les documents remis aux élèves pour ces deux tâches se trouvent respectivement aux *Annexes J et K*.

Pour le traitement expérimental au primaire, rappelons-le, il était prévu d'aborder les mêmes concepts que pour le traitement témoin afin de contribuer au contrôle des variables. Cependant, cette fois, les tâches devaient impliquer une DCT. Ainsi, la première activité soumise aux élèves lors du traitement expérimental leur proposait comme défi de créer un prototype destiné à faciliter la livraison d'un colis (machines simples, forces et mouvements). La seconde activité invitait les élèves à concevoir une boîte isolante afin de garder une friandise glacée à l'état solide le plus longtemps possible (conducteurs et isolants thermiques, forces et mouvements). Les détails entourant ces deux activités se retrouvent respectivement aux *Annexes L* et *M*.

3.6 La méthode d'analyse

L'objectif de cette recherche étant de vérifier si l'intervention pédagogique mise en œuvre dans le traitement expérimental a eu un effet sur l'intérêt des élèves pour la ST, des comparaisons ont été établies à l'égard de leurs perceptions entre le début et la fin des activités réalisées. À cette fin, des tests-*t* ont été opérés avec un seuil de tolérance $p < 0,05$ à l'aide du logiciel SPSS. Le test-*t* est un test statistique courant de différences de moyennes (Coman *et al.*, 2013). Celui-ci permet de comparer des moyennes pour confirmer que l'effet de la variable dépendante (soit la mise en application de notre modèle de DCT) sur la variable indépendante (soit l'intérêt situationnel ou l'intérêt individuel) est établi en comparaison avec son absence. Soulignons à cet effet que le test-*t* sert à connaître la probabilité que les différences enregistrées soient attribuables au hasard et donc, à vérifier que les différences sont statistiquement significatives ($p < 0,05$). Précisons également que ce type de tests sous-tend l'établissement au départ d'une hypothèse nulle (H_0) qui stipule que les deux groupes comparés sont identiques et qu'il n'y a pas de différence significative entre ceux-ci. Le test-*t* sert à infirmer ou prouver l'hypothèse nulle. Le rejet de celle-

ci permettra d'inférer l'existence de l'effet entre la variable indépendante et la variable dépendante. De même, pour la comparaison entre les filles et les garçons, le test-*t* permet d'établir des différences statistiques significatives qui assurent que ces différences ne sont vraisemblablement pas le fruit du hasard. Si les résultats ne s'avéraient pas en mesure de démontrer que les différences ne sont pas dues au hasard, la valeur de la démonstration de l'effet de notre modèle serait menacée.

Afin de réaliser ces comparaisons, des tests-*t* appariés ont pu être réalisés pour les groupes du primaire. Ce type particulier de test-*t* permet de comparer les mesures de deux groupes dépendants (dans le cadre de cette étude, le même groupe lors du traitement témoin, puis lors du traitement expérimental) afin de vérifier s'il y a une différence significative entre celles-ci (Livingston, 2003). Ce type de test peut être exploité lorsque des observations dans un premier groupe (les élèves du primaire lors du traitement témoin) sont couplées avec des observations dans un autre groupe (ces mêmes élèves, cette fois, lors du traitement expérimental). Les groupes sont alors considérés comme étant appariés (Xu *et al.*, 2017). Ainsi, pour chacune des questions du QP et du QG — autres que nominatives —, il a été possible de comparer, pour chacun de ces élèves, les résultats aux tests-*t* appariés obtenus pour l'analyse de la différence entre les traitements témoin et expérimental en comparant le prétest et le posttest 1 (traitement témoin), ainsi qu'en faisant de même avec le posttest 1 et le posttest 2 (traitement expérimental). Le test-*t* apparié nécessite habituellement le respect de la condition de normalité des données que le test de Shapiro-Wilk peut confirmer. Cependant, la vérification de

l'hypothèse de normalité n'est nécessaire que pour les échantillons de petite taille ($n \leq 20$ environ). Pour des échantillons de plus grande taille [ce qui est le cas pour tous les tests effectués ici en lien avec les questions de recherche], la distribution d'échantillonnage de la moyenne est

toujours normale, quelle que soit la façon dont les valeurs sont distribuées dans la population. (traduction libre¹⁰)

Au secondaire, des tests-*t* pour échantillons indépendants ont été effectués pour les questions du QP et du QG. Une comparaison pré/posttest a été effectuée pour les participants de l'ordre d'enseignement secondaire (groupes expérimentaux et groupes témoins). L'utilisation du test-*t* pour échantillon indépendant est largement répandue en éducation, par exemple, pour évaluer l'impact d'une stratégie pédagogique (Gerald, 2018). Le test-*t* à échantillons indépendants nécessite habituellement le respect de deux conditions préalables : 1) la condition de normalité des données que le test de Shapiro-Wilk peut confirmer. Cependant, la vérification de l'hypothèse de normalité n'est nécessaire que pour les échantillons de petite taille — $n \leq 20$ environ, comme pour le test-*t* apparié. Or, aucun de nos tests liés aux questions de recherche n'implique des groupes si peu peuplés. 2) Il est également nécessaire de respecter la condition d'égalité (d'homogénéité) des variances. Cette vérification sera obtenue par l'utilisation du test F de Levene. Si la condition n'est pas respectée, nous présenterons le *p* corrigé, correspondant à l'hypothèse de variances inégales (le logiciel SPSS fournit cette valeur par défaut).

3.7 Les considérations éthiques et déontologiques du projet

La présente recherche s'inscrit dans les travaux de la CRIJEST ayant déjà reçu une approbation éthique obtenue auprès de l'Université de Sherbrooke (voir *Annexe N*).

¹⁰ SPSS Tutorials (s.d.). *SPSS Shapiro-Wilk test : Quick tutorial with example*. Récupéré le 21 avril 2022 au <https://www.spss-tutorials.com/spss-shapiro-wilk-test-for-normality/> (Sous-titre : Limited usefulness of normality tests).

Plus précisément, dans le cadre de cette étude, un formulaire de consentement écrit a été remis à tous les élèves des classes participantes avant le début de l'expérimentation en classe (*voir Annexe O*). Seuls les élèves pour qui un consentement de la part d'un parent ou d'un tuteur légal a été obtenu ont été retenus en tant que participants à cette recherche. Ceux dont le consentement écrit n'a pas été obtenu ont tout de même réalisé les activités prévues en classe, puisque celles-ci couvraient du contenu prescrit au programme de leur cours. Afin de ne pas influencer la réponse des élèves par le rapport d'autorité de l'enseignant, la chercheuse a visité chacune des classes pour remettre ce formulaire et expliquer le projet aux élèves. Ceux-ci ont été avisés que leur participation était volontaire et libre en précisant que cela n'influencerait pas leurs notes au bulletin. Les élèves participants à cette étude ainsi que leur enseignant n'ont reçu aucune forme de compensation, que ce soit monétaire ou par la forme d'un cadeau.

Le chapitre suivant fait état des résultats obtenus au regard du cadre méthodologique que nous venons d'exposer.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats découlant de l'analyse du Questionnaire ponctuel (QP) et du Questionnaire général (QG) exploités dans le cadre de cette étude. Rappelons que ces deux instruments de cueillette de données visent à répondre aux questions et sous-questions de recherche exposées au chapitre I, soit :

1. Quel est l'effet d'activités s'appuyant sur un modèle de démarche de conception technologique sur l'intérêt des élèves en classe de science et technologie aux abords de la transition primaire-secondaire ?
 - a. Quel est son impact sur le développement d'un intérêt à court terme (intérêt situationnel) ?
 - b. Quel est son impact sur le développement d'un intérêt à long terme (intérêt individuel) ?
2. Ce modèle de DCT a-t-il un impact différent sur les filles et les garçons ?

4.1 Les résultats issus du Questionnaire ponctuel (QP)

Cette section fait état des résultats obtenus à partir du Questionnaire ponctuel (QP). Des rappels et précisions liés à la méthodologie au regard du QP sont d'abord

énoncés. Par la suite, des explications au sujet du coefficient alpha de Cronbach des questions composant le QP sont données avant d'entrer dans le cœur de cette section, soit la présentation des résultats. Ceux-ci sont exposés dans un premier temps pour le primaire puis, dans un deuxième temps, pour le secondaire.

Le QP a pour but d'amasser des données liées à l'intérêt situationnel, soit un intérêt à court terme. Une passation de cet instrument a donc été effectuée au cours de chacune des tâches réalisées par les élèves. Il a été demandé aux enseignants de réaliser ces passations à la fin de chacune des tâches. En raison de différentes contraintes, cette demande n'a pu être respectée intégralement par tous les groupes. C'est pourquoi certaines passations ont été réalisées un peu avant la fin des tâches. Cependant, nous ne croyons pas que cela ait pu produire de très grand biais, puisque chaque fois, l'essentiel des activités avait été pleinement vécu.

Les questions 7 à 14 du QP, soit celles pour lesquelles les élèves devaient répondre sur une échelle de type Likert, ont été analysées. Le Tableau 4.1 reprend ces questions qui ont été soumises au traitement statistique.

Tableau 4.1 Énoncés relatifs aux questions 7 à 14 du Questionnaire ponctuel (QP)

N° de la question	Énoncé
7.	Le cours que l'on vient juste de vivre était intéressant.
8.	Le cours que l'on vient juste de vivre était stimulant.
9.	J'ai beaucoup aimé suivre ce cours.
10.	Ce cours me sera certainement utile dans l'avenir.
11.	J'ai l'impression d'avoir bien compris tout ce dont on a parlé dans ce cours.
12.	Comparé à ce qu'on fait d'habitude en science et technologie (S&T), ce qu'on a fait aujourd'hui m'a paru PLUS intéressant.
13.	J'ai trouvé la mise en situation intéressante.
14.	J'ai aimé qu'on présente la tâche à réaliser comme un défi.

Un premier traitement statistique a permis de déterminer le coefficient alpha de Cronbach pour l'ensemble de ces questions afin de mesurer la cohérence interne, ou la fiabilité, de l'ensemble. Pour ce faire, toutes les réponses associées à chacune des questions ont été comparées les unes aux autres afin d'être corrélées. Cette valeur a été obtenue à partir de 571 réponses aux questions soumises pour analyse. La mesure du coefficient alpha de Cronbach obtenue est de 0,87, ce qui représente une cohérence interne forte entre ces questions (Sawilowsky, 2009).

Le Tableau 4.2 démontre la cohérence interne des questions 7 à 14. Celui-ci permet de préciser que s'il y avait retrait des questions 7, 8, 9, 12, 13 et 14, la mesure du coefficient alpha de Cronbach diminuerait, alors qu'elle n'augmenterait que très légèrement si l'on retranchait les questions 10 et 11 de ce regroupement. Nous avons donc décidé de conserver l'ensemble des questions puisque d'un point de vue théorique, cet ensemble permet de couvrir davantage de dimensions du construit. Cette décision nous semble le meilleur compromis entre la cohérence statistique et la cohérence théorique.

Tableau 4.2 Mesure de l'alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément pour chacune des questions

N° de la question	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
7	0,83
8	0,83
9	0,83
10	0,87
11	0,87
12	0,85
13	0,85
14	0,86

Le Tableau 4.3 présente quant à lui la moyenne et les écarts types pour chacune de ces questions. Ainsi, il ressort que, mis à part la question 10 (*Ce cours me sera certainement utile dans l'avenir*) où $M = 3,26$, les moyennes des questions sont supérieures à 4. La moyenne la plus élevée ($M = 4,80$) est observée à la question 11 (*J'ai l'impression d'avoir bien compris tout ce dont on a parlé dans ce cours*).

Tableau 4.3 Moyennes et écarts types des questions 7 à 14 du Questionnaire ponctuel (QP)

N° de la question	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	<i>n</i>
7	4,54	1,495	571
8	4,22	1,518	571
9	4,44	1,564	571
10	3,26	1,595	571
11	4,80	1,317	571
12	4,03	1,749	571
13	4,75	1,533	571
14	4,70	1,624	571

4.1.1 Les résultats du Questionnaire ponctuel (QP) pour le primaire

Pour les groupes du primaire, il a été possible de comparer, pour chacun des élèves, les moyennes des tests-*t* appariés obtenues pour l'analyse de la différence entre le traitement témoin et le traitement expérimental.

Le Tableau 4.4 présente, pour le groupe de chaque enseignant, les moyennes des tests-*t* (*M*) pour les questions 7 à 14 pour le traitement témoin ainsi que pour le traitement expérimental, l'écart type (*ÉT*), l'erreur standard, le *t* (*t*), la valeur de significativité [bilatérale] (*p*), la valeur de la taille d'effet (*d*) et le nombre de participants (*n*). Précisons que pour déterminer la valeur de la taille d'effet (*d*), l'écart type du traitement témoin a été utilisé pour tous les calculs dans la présente recherche. Notons aussi que les tests présentés dans le Tableau 4.4 entretiennent des visées

essentiellement descriptives, indépendantes des questions de recherche. L'hypothèse de normalité n'a donc pas fait l'objet de vérifications.

Tableau 4.4 Résultats de tests-*t* appariés sur les différences d'intérêt situationnel pour les groupes-classe de chacun des enseignants au primaire

Enseignant	Traitement	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	Erreur standard	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
1	Témoin	3,15	1,019	0,228	-4,69	< 0,001**	1,51	20
	Expérimental	4,21						
2	Témoin	3,77	0,554	0,138	-4,01	0,001**	0,61	16
	Expérimental	4,32						
3	Témoin	5,09	1,416	0,343	1,30	0,211	-0,45	17
	Expérimental	4,64						
4	Témoin	4,29	0,619	0,187	-0,69	0,505	0,15	11
	Expérimental	4,41						
5	Témoin	4,23	0,796	0,230	-2,03	0,068	0,55	12
	Expérimental	4,69						
6	Témoin	5,19	0,422	0,122	1,62	0,133	-0,37	12
	Expérimental	4,99						
7	Témoin	4,66	1,350	0,338	-1,54	0,144	0,39	16
	Expérimental	5,18						
8	Témoin	3,93	0,772	0,2062	-6,35	< 0,001**	1,53	14
	Expérimental	5,24						

p* < 0,05, *p* < 0,005

Le tableau précédent indique des valeurs significatives obtenues pour les groupes des enseignants 1, 2 et 8. En ce qui a trait au groupe de l'enseignant 1, la moyenne des scores obtenus pour les questions 7 à 14 est de 3,15 pour le traitement témoin et de 4,21 pour le traitement expérimental, ce qui soutient l'idée d'une augmentation significative de l'intérêt situationnel pour ces élèves (*p* < 0,001). La taille d'effet

($d = 1,51$) de ce résultat est très forte (Sawilowsky, 2009). Les moyennes obtenues pour les groupes 2 et 8 vont dans le même sens. Dans le cas du groupe de l'enseignant 2 la moyenne est de 3,77 pour le traitement témoin et de 4,32 pour le traitement expérimental ($p = 0,001$), avec une taille d'effet moyenne ($d = 0,61$). Pour le groupe 8, des valeurs de 3,93 et 5,24 ont été enregistrées pour le traitement témoin et le traitement expérimental respectivement ($p < 0,001$), avec une taille d'effet très forte ($d = 1,53$). Ce groupe est celui pour lequel l'augmentation la plus élevée a été observée entre la moyenne des scores pour le traitement témoin et celle du traitement expérimental.

Les données ont également été analysées par genre. Le Tableau 4.5 présente les résultats obtenus pour les garçons et pour les filles.

Tableau 4.5 Résultats des tests-*t* appariés sur les différences d'intérêt situationnel au primaire par genre

Genre	Traitement	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	Erreur standard	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
Garçons	Témoin	4,34	1,035	0,132	-2,880	0,005**	0,36	62
	Expérimental	4,71						
Filles	Témoin	4,12	1,177	0,157	-3,457	0,001**	0,45	56
	Expérimental	4,66						

* $p < 0,05$, ** $p < 0,005$

Pour les garçons, la moyenne des scores enregistrée aux questions 7 à 14 a été de 4,34 pour le traitement témoin et de 4,71 pour le traitement expérimental. Il est donc possible de constater pour eux une différence significative ($p = 0,005$) pour l'ensemble de ces questions qui réfèrent à l'intérêt situationnel. En ce qui a trait aux filles, cette augmentation est davantage marquée; une moyenne de 4,12 a été obtenue

aux questions 7 à 14 pour le traitement témoin, alors que cette même moyenne est de 4,66 pour le traitement expérimental. Cette différence est également significative ($p = 0,001$). La taille d'effet (d) de ces résultats est faible (Sawilowsky, 2009).

Enfin, les données de tous les groupes ont été combinées afin de comparer pour l'ensemble des participants, garçons et filles, les moyennes des tests- t appariés obtenues pour le traitement témoin et le traitement expérimental. Le Tableau 4.6 synthétise ces résultats.

Tableau 4.6 Résultats de tests- t appariés sur les différences d'intérêt situationnel pour tous les participants au primaire

Traitement	M	$ÉT$	Erreur standard	t	p	d	n
Témoin	4,23						
Expérimental	4,69	1,103	0,102	-4,50	< 0,001**	0,41	118

* $p < 0,05$, ** $p < 0,005$

Ce tableau indique que, pour l'ensemble des participants du primaire¹¹ ($n = 118$), une différence significative ($p < 0,001$) de la moyenne aux questions 7 à 14 a été enregistrée entre le traitement témoin ($M = 4,23$) et le traitement expérimental ($M = 4,69$). La taille d'effet (d) de ce résultat est faible (Sawilowsky, 2009).

¹¹ Le nombre de participants considéré dans l'analyse de ce tableau ne correspond pas au nombre de participants total au primaire en raison de données manquantes pour certains élèves. Il en va de même pour les autres tableaux où le nombre n indiqué ne concorde pas avec le nombre de participants total.

4.1.2 Les résultats du Questionnaire ponctuel (QP) pour le secondaire

En ce qui a trait au secondaire, des tests- t pour échantillons indépendants ont été effectués. Soulignons qu'en raison des nombreuses données manquantes pour les groupes de l'enseignant 3, il n'a pas été possible de les considérer dans le traitement statistique. Le Tableau 4.7 synthétise les résultats amassés pour le QP au secondaire, sans considérer les élèves de l'enseignant 3. Le test d'homogénéité des variances (Test F de Levene) du groupe 9 ayant échoué ($p = 0,043$), nous présentons ici la valeur corrigée. L'homogénéité est cependant confirmée pour le groupe 10 ($p = 0,151$).

Tableau 4.7 Résultats de tests- t pour échantillons indépendants sur les différences d'intérêt situationnel pour chacun des enseignants au secondaire

Enseignant	Traitement	M	$ÉT$	Erreur standard	t	p	d	n
9	Témoin	4,25	0,734	0,115	-0,04	0,964	-0,01	41
	Expérimental	4,24	0,985	0,137				52
10	Témoin	4,42	0,664	0,130	0,15	0,882	0,05	26
	Expérimental	4,46	0,952	0,180				28

Pour les élèves de l'enseignant 9, il est possible d'observer que la moyenne obtenue aux questions 7 à 14 lors du traitement expérimental ($M = 4,24$) est presque équivalente à celle obtenue lors du traitement témoin ($M = 4,25$). En ce qui concerne les élèves de l'enseignant 10, cette moyenne est très légèrement plus élevée pour le traitement expérimental ($M = 4,46$) que pour le traitement témoin ($M = 4,42$). Dans les deux cas, ces résultats sont non significatifs. Pour tous ces résultats, la taille d'effet (d) est très faible (Sawilowsky, 2009).

Pour les élèves du secondaire, les données ont également été traitées par genre. Le Tableau 4.8 expose ces résultats pour les filles et les garçons. Le test d'homogénéité des variances (Test F de Levene) ayant échoué pour les garçons ($p = 0,014$), nous présentons ici la valeur corrigée. L'homogénéité est cependant confirmée pour les filles ($p = 0,198$).

Tableau 4.8 Résultats des tests- t pour échantillons indépendants sur les différences d'intérêt situationnel au secondaire par genre

Genre	Traitement	M	$ÉT$	Erreur standard	t	p	d	n
Garçons	Témoin	4,28	0,658	0,122	0,58	0,537	0,18	29
	Expérimental	4,40	0,991	0,153				42
Filles	Témoin	4,35	0,752	0,122	-0,70	0,484	-0,19	38
	Expérimental	4,20	0,983	0,166				35

Chez les garçons, la moyenne obtenue aux questions 7 à 14 est plus élevée pour les élèves qui ont été soumis au traitement expérimental ($M = 4,40$) que ceux qui ont reçu le traitement témoin ($M = 4,28$). Du côté des filles, c'est l'inverse. La moyenne pour cet ensemble de questions est plus élevée pour les élèves du traitement témoin ($M = 4,35$) que pour ceux du traitement expérimental ($M = 4,20$). Ces résultats pour les deux genres sont par ailleurs non significatifs et leur taille d'effet (d) est très faible (Sawilowsky, 2009).

Enfin, le Tableau 4.9 offre une vue d'ensemble pour tous les participants, filles et garçons, des groupes des deux enseignants. Ces résultats ne démontrent aucune différence détectable entre la moyenne obtenue aux questions 7 à 14 pour le traitement témoin et celle du traitement expérimental. Le test d'homogénéité des

variances (Test F de Levene) ayant échoué ($p = 0,011$), nous présentons ici la valeur corrigée.

Tableau 4.9 Résultats de tests- t pour échantillons indépendants sur les différences d'intérêt situationnel pour tous les participants au secondaire

Traitement	M	$ÉT$	Erreur standard	t	p	d	n
Témoin	4,32	0,708	0,087	-0,00	0,998	-0,00	67
Expérimental	4,32						80

4.2 Les résultats issus du Questionnaire général (QG)

Cette section permet de prendre connaissance des résultats obtenus par le Questionnaire général (QG). Cet instrument a été utilisé afin de colliger des données relatives à l'intérêt individuel, soit un intérêt à long terme. Les résultats au QG sont d'abord présentés pour le primaire, puis pour le secondaire. Avant d'amorcer la présentation des résultats du QG, un rappel permettra de mettre en lumière des distinctions liées à la méthodologie pour chacun de ces ordres d'enseignement.

4.2.1 Les résultats du Questionnaire général (QG) pour le primaire

Au primaire, un même élève a été soumis au traitement témoin dans un premier temps, sans démarche de conception technologique (DCT), puis, dans un deuxième temps, au traitement expérimental comprenant des activités incluant une DCT. Ainsi, avant le début du traitement expérimental, les élèves ont répondu une première fois au QG

(prétest). À la fin du traitement témoin, une seconde passation du QG (posttest 1) a eu lieu. Cette deuxième passation est à un moment charnière entre la fin du traitement témoin et le début du traitement expérimental. Enfin, une troisième et dernière passation du QG (posttest 2) a été réalisée à la fin du traitement expérimental. La Figure 4.1 illustre ces moments clés pour le primaire.



Figure 4.1 Représentation des trois passations du QG pour le primaire

Cette triple passation du QG a permis, pour le primaire, d'effectuer des tests-*t* appariés sur les gains d'intérêt de tous les élèves pour le traitement témoin ainsi que pour le traitement expérimental, puis de les comparer. Ces tests ont été réalisés à partir des questions 101 à 105 du QG, celles-ci ciblant spécifiquement l'intérêt individuel. D'ailleurs, à ce propos, le Tableau 4.10 liste ces questions.

Tableau 4.10 Énoncés relatifs aux questions 101 à 105 du Questionnaire général (QG)

N° de la question	Énoncé
101.	J'ai hâte aux prochaines activités de S&T.
102.	Les S&T à l'école, c'est l'« fun ».
103.	Les S&T à l'école, c'est « plate ».
104.	On devrait passer plus de temps à faire des S&T à l'école.
105.	Si j'avais le choix, je n'irais plus aux cours de S&T.

Le coefficient alpha de Cronbach obtenu pour cet ensemble de questions pour le primaire est de 0,86. Cette mesure représente une cohérence interne forte entre ces questions (Sawilowsky, 2009). Celle-ci indique donc un degré de cohésion élevé entre les items, en faveur de la fiabilité de l'instrument.

Un premier test a été réalisé afin d'étudier le gain d'intérêt pour les participants du primaire. Le Tableau 4.11 présente ces gains (M) ainsi que plusieurs résultats reliés à ces valeurs, soit le nombre de participants (n), l'écart type ($ÉT$), l'erreur standard, le t (t), la valeur de significativité [bilatérale] (p) et la valeur de la taille d'effet (d).

Tableau 4.11 Résultats de tests- t appariés sur les gains d'intérêt individuel pour tous les participants au primaire

Traitement	M	$ÉT$	Erreur standard	t	p	d	n
Témoin	-0,44	1,158	0,121	-2,05	0,043*	0,35	91
Expérimental	-0,03	1,178	0,124				91

* $p < 0,05$

Ces données témoignent d'une diminution de la mesure de l'intérêt plus faible pour les élèves lors du traitement expérimental ($M = -0,03$) que lors du traitement témoin ($M = -0,44$). Plus précisément, durant le traitement expérimental, l'intérêt a presque été maintenu. Ce gain plus fort (moins négatif) enregistré pour le traitement expérimental est significatif et la taille d'effet (d) est faible (Sawilowsky, 2009).

Les résultats des tests- t appariés sur les gains d'intérêt au primaire ont également été obtenus par genre. Le Tableau 4.12 précise ces résultats pour les participants du primaire, en distinguant cette fois-ci les filles des garçons.

Tableau 4.12 Résultats de tests-*t* appariés sur les gains d'intérêt individuel au primaire par genre

Genre	Traitement	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	Erreur standard	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
Filles	Témoin	-0,54	0,895	0,138	-2,646	0,011*	0,68	42
	Expérimental	0,07	1,031	0,159				42
Garçons	Témoin	-0,35	1,346	0,192	-0,756	0,454	0,18	49
	Expérimental	-0,11	1,296	0,185				49

**p* < 0,05

Chez les garçons, on observe que la diminution de l'intérêt est plus faible lors du traitement expérimental que lors du traitement témoin. Plus précisément, les résultats indiquent que l'intérêt a presque été maintenu lors du traitement expérimental chez les garçons (*M* = -0,11). Du côté des filles, le gain observé est plus important, passant de -0,54 lors du traitement expérimental, à 0,07 lors du traitement témoin. Ce gain enregistré pour les filles est significatif et sa taille d'effet (*d*) est moyenne (Sawilowsky, 2009).

4.2.2 Les résultats du Questionnaire général (QG) pour le secondaire

À l'ordre d'enseignement secondaire, rappelons que chaque enseignant participant à cette étude avait à sa charge un ou deux groupes témoins et un ou deux groupes expérimentaux. Ainsi, un même élève du secondaire n'a pas été soumis à la fois au traitement témoin et au traitement expérimental.

Conséquemment, les élèves des groupes témoins et les élèves des groupes expérimentaux ont répondu deux fois au QG : la première avant le début du

traitement témoin ou expérimental (prétest), et la deuxième à la fin de ce traitement (posttest). La Figure 4.2 résume ces moments clés pour le secondaire.

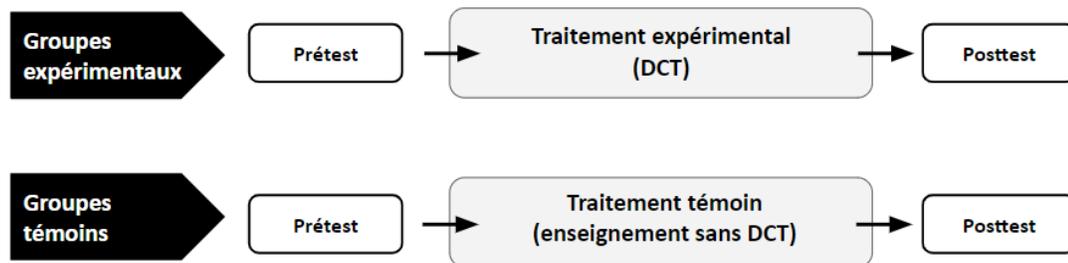


Figure 4.2 Représentation des deux passations du QG au secondaire

À partir des données recueillies, des tests-*t* pour échantillons indépendants ont été réalisés pour comparer l'intérêt à l'égard de la ST des élèves des groupes expérimentaux, élèves ayant reçu un enseignement dans lequel une DCT était présente ($n = 73$), avec celui des groupes témoins, soit les élèves n'ayant pas été soumis à cette démarche pendant la prise de données ($n = 68$). Ces tests ont été opérés sur les mêmes questions que celles utilisées pour les tests-*t* appariés au primaire.

Le Tableau 4.13 synthétise les résultats obtenus pour l'ensemble des participants du secondaire, répartis selon qu'ils ont été soumis au traitement témoin ou au traitement expérimental. L'homogénéité des variances (test *F* de Levene) est confirmée ($p = 0,220$).

Tableau 4.13 Résultats de tests-*t* pour échantillons indépendants sur les gains d'intérêt individuel pour tous les participants du secondaire

Traitement	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	Erreur standard	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
Témoin	-0,36	1,536	0,186				68
Expérimental	-0,32	0,940	0,110	-0,166	0,868	0,02	73

Les résultats présentent une diminution de l'intérêt pour la ST à l'école pour le groupe témoin ($M = -0,36$) et pour le groupe expérimental ($M = -0,32$). Par contre, les données indiquent une diminution légèrement plus faible pour le groupe expérimental, mais non significative. La taille d'effet (d) de ce résultat est très faible (Sawilowsky, 2009).

Le tableau 4.14 présente les résultats de tests-*t* pour échantillons indépendants effectués sur les gains d'intérêt en distinguant cette fois les données par genre. L'homogénéité des variances (test *F* de Levene) est confirmée pour les filles ($p = 0,238$) ainsi que pour les garçons ($p = 0,693$).

Tableau 4.14 Résultats de tests-*t* pour échantillons indépendants sur les gains d'intérêt individuel au secondaire par genre

Genre	Traitement	<i>M</i>	<i>ÉT</i>	Erreur standard	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>n</i>
Filles	Témoin	-0,21	1,870	0,312				36
	Expérimental	-0,27	0,956	0,184	0,189	0,851	0,04	27
Garçons	Témoin	-0,53	1,045	0,185				32
	Expérimental	-0,35	0,939	0,139	-0,768	0,446	0,17	46

Du côté des filles, ce tableau indique un gain d'intérêt plus faible au traitement expérimental ($M = -0,27$) qu'au traitement témoin ($M = -0,21$). Chez les garçons, c'est l'inverse : le gain est plus important au traitement expérimental ($M = -0,35$) qu'au traitement témoin ($M = -0,53$). Dans les deux cas, ces résultats ne sont pas significatifs et la taille d'effet (d) est très faible (Sawilowsky, 2009).

Les résultats pour les participants du primaire et du secondaire, tant pour le QP que pour le QG, sont discutés au chapitre suivant. Des recommandations sont formulées au regard de ceux-ci. Les limites et les apports de la recherche sont également abordés.

CHAPITRE V

DISCUSSION

Ce cinquième chapitre fait état de notre interprétation des résultats et de leur mise en relation avec la littérature scientifique relative à l'intérêt à l'égard de la ST. À cet effet, une synthèse des résultats pour les mesures d'intérêt (situationnel et individuel) obtenues aux ordres d'enseignement primaire et secondaire est d'abord présentée. Nous formulons également des recommandations pour le milieu scolaire et celui de la recherche. Par la suite, les limites de l'étude sont discutées. Enfin, nous concluons en mettant en évidence les apports possibles au regard des milieux universitaire et scolaire.

5.1 La synthèse des résultats

Cette section propose une synthèse et une discussion des résultats présentés au chapitre IV. Ceux-ci sont présentés d'abord pour l'ordre d'enseignement primaire, puis pour le secondaire, en considérant dans les deux cas les mesures obtenues pour l'intérêt situationnel, puis pour l'intérêt individuel.

5.1.1 Les résultats pour les élèves du primaire

En ce qui a trait aux élèves du primaire, nous traitons d'abord des résultats en lien avec l'intérêt situationnel. Rappelons que ce type d'intérêt est transitoire et spécifique au contexte particulier auquel il réfère explicitement (Schraw et Lehman, 2001; Wiśniewska, 2013) et qu'il est généré à travers les tâches que réalise l'individu (Chen *et al.*, 2006). Le Questionnaire ponctuel (QP) est l'outil qui a été utilisé afin d'amasser des données au sujet de ce type d'intérêt.

Les questions du QP autres que nominatives (questions 7 à 14) ont été soumises à un traitement statistique. Pour chacun des élèves du primaire ($n = 118$), il a été possible de comparer une différence des scores obtenus par des tests- t appariés entre le traitement témoin et le traitement expérimental (Tableau 4.6, présenté au chapitre IV). De cette analyse, pour l'ensemble des élèves du primaire, il ressort une différence significative ($p < 0,001$) entre les moyennes obtenues que nous avons calculées pour le traitement témoin ($M = 4,23$) et le traitement expérimental ($M = 4,69$). Ce résultat nous indique une augmentation de l'intérêt situationnel entre le traitement témoin (qui est arrivé chronologiquement en premier) et le traitement expérimental (arrivé en second).

Sachant que ce type d'intérêt peut être influencé par les choix de l'enseignant, comme les caractéristiques des tâches qu'il soumet à ses élèves (Gaston et Havard, 2019; Renninger et Bachrach, 2015), il est alors possible que le traitement expérimental soit la cause du gain d'intérêt situationnel enregistré. Si tel est le cas, ce gain d'intérêt mesuré pourrait être attribuable aux techniques et procédés d'enseignement déployés par les enseignants concernés pendant le traitement expérimental. Ce résultat nous permet d'apporter des éléments de réponse à notre première question de recherche,

laquelle visait à déterminer l'effet de notre modèle de DCT sur le développement de l'intérêt situationnel. Les résultats obtenus portent à croire que, dans le cas des élèves du primaire ayant participé à cette recherche, notre modèle de DCT a contribué positivement au développement de leur intérêt situationnel.

Si nous nous penchons sur les résultats obtenus par genre (Tableau 4.5), nous observons chez les garçons une différence significative des moyennes ($p = 0,005$) entre le traitement témoin ($M = 4,34$) et le traitement expérimental ($M = 4,71$). Une différence significative ($p = 0,001$) entre les moyennes a également été détectée du côté des filles entre les deux traitements ($M = 4,12$ pour le traitement témoin; $M = 4,66$ pour le traitement expérimental). Ces mesures indiquent donc une augmentation de l'intérêt situationnel entre les deux traitements pour les deux genres. Fait important à souligner, cette augmentation est davantage marquée pour les filles. En effet, la différence entre les deux traitements pour les filles est de 0,54 comparativement à une différence de 0,37 pour les garçons, et ce, avec une taille d'effet plus forte ($d = 0,45$, comparativement à $d = 0,36$ pour les garçons). Ces résultats apportent un éclairage au regard de notre deuxième question de recherche, à savoir si notre modèle de DCT a engendré un impact différent sur les filles et les garçons. Nos résultats indiquent qu'entre le traitement témoin et le traitement expérimental, l'intérêt situationnel à l'égard de la ST a augmenté pour les deux genres, et à plus forte raison pour les filles. Par conséquent, nous présumons que, pour les filles et les garçons du primaire, la mise en application de notre modèle de DCT a engendré cet effet.

Selon plusieurs chercheurs, dont Hidi et Harackiewicz (2000) ainsi que Palmer *et al.* (2017), plus l'individu est soumis à des expériences générant chez lui un intérêt situationnel, plus il a de chances de développer une forme plus stable d'intérêt, c'est-à-dire un intérêt individuel. Ainsi, si suffisamment d'expériences positives liées à un

intérêt situationnel sont engendrées chez un élève, on devrait éventuellement enregistrer un effet sur le développement de son intérêt individuel. C'est d'ailleurs ce que nos données semblent confirmer (Tableau 4.11) chez nos participants du primaire.

Le traitement statistique (Tableau 4.11), soit un test-*t* apparié sur les gains d'intérêt individuel, nous indique une diminution de l'intérêt individuel plus faible pour les élèves lors du traitement expérimental ($M = -0,03$) que lors du traitement témoin ($M = -0,44$). Ce résultat est significatif et sa taille d'effet (d) est faible (Sawilowsky, 2009). Il est à souligner que malgré sa valeur négative, le gain mesuré est plus fort (c'est-à-dire moins négatif) pour le traitement expérimental. De plus, en considérant le résultat obtenu pour le traitement expérimental ($M = -0,03$), il semble que l'intérêt a pratiquement été maintenu pour l'ensemble de ces élèves lors de cette phase.

Ce constat est à mettre en relation avec ce que rapportent certains chercheurs (Holmegaard *et al.*, 2014; Jidesjö *et al.*, 2015) à savoir que l'intérêt des élèves à l'égard de la ST décline en général au cours de leur cheminement scolaire. Nos résultats indiquent, en cohérence avec ces propos, que l'intérêt de l'ensemble des élèves du primaire a décliné au cours du traitement témoin de même que pendant le traitement expérimental. Cependant, contrairement à ce qui serait attendu, soit une diminution rapide de l'intérêt pour la ST (Turner et Peck, 2009), nous observons que la chute d'intérêt individuel est moins abrupte en cours de traitement expérimental. Rappelons que si on la compare avec le traitement témoin ($M = -0,44$), la chute d'intérêt individuel des élèves du primaire a été plus faible lors du traitement expérimental ($M = -0,03$), l'intérêt ayant presque été maintenu pour l'ensemble de ces participants. Il est donc possible que notre traitement expérimental ait réussi à favoriser le développement de suffisamment d'expériences générant un intérêt situationnel pour amoindrir la chute de l'intérêt individuel à l'égard de la ST,

habituellement observée pour des élèves de cet âge. Ces constats apportent d'autres éléments de réponse à notre première question de recherche, laquelle visait à déterminer l'impact de notre modèle de DCT sur le développement d'un intérêt individuel. À nouveau, une explication vraisemblable peut résider en la mise en application des techniques et procédés proposés par notre modèle de DCT, opérationnalisés par les enseignants du primaire lors du traitement expérimental.

Si nous portons notre regard sur les résultats différenciés par genre, le Tableau 4.12 indique que cette diminution plus faible de l'intérêt individuel lors du traitement expérimental a également été enregistrée chez les garçons. Plus précisément, pour les garçons, la mesure de l'intérêt (M) passe de -0,35 au traitement témoin à -0,11 au traitement expérimental. En ce qui a trait aux filles, les résultats indiquent un gain plus important. La mesure de l'intérêt individuel lors du traitement témoin (M) se chiffrait à -0,54 et cette valeur est passée à 0,07 lors du traitement expérimental. Ce gain est significatif et sa taille d'effet ($d = 0,68$) est moyenne (Sawilowsky, 2009).

Ces résultats, soit que la mesure de l'intérêt à la fin du traitement expérimental se chiffre à 0,07 pour les filles comparativement à une mesure moins élevée relevée chez les garçons ($M = -0,11$), se démarquent de ce que l'on retrouve dans la littérature. Plusieurs chercheurs (Germain, 2013; Miller *et al.*, 2006; Samson, 2011) rapportent que les filles démontrent généralement un intérêt moins élevé que les garçons à l'égard de la ST. Afin d'expliquer les résultats que nous avons obtenus au primaire, il peut être utile de se rappeler des propos relatés au chapitre I, soit que les stratégies pédagogiques, en particulier pour les filles, constitueraient un facteur influençant l'intérêt en ST. Ainsi, cette dissonance observée pourrait mettre en évidence la sensibilité des filles aux stratégies pédagogiques utilisées, ce qui, dans notre cas, aurait mené à générer un intérêt individuel, phénomène atypique pour elles à cet âge. Il est possible que notre modèle pédagogique de DCT, mis en place dans le

cadre de cette recherche, et des caractéristiques des tâches proposées aient contribué efficacement au développement de l'intérêt individuel de manière plus marquée chez elles.

Pour soutenir l'interprétation de ces résultats, nous proposons comme hypothèse explicative qu'un plus grand nombre d'éléments du traitement expérimental ait influencé positivement les filles comparativement aux garçons. Ces éléments ont été soigneusement sélectionnés selon ce qui ressort de la littérature scientifique portant sur le développement de l'intérêt à l'égard de la ST chez les élèves. Par exemple, nous appuyant sur Lawson et Dorst (2009), nous avons proposé aux élèves des tâches campées dans un contexte signifiant pour eux et qui se présentaient comme une résolution de problèmes. Ces caractéristiques, éléments importants dans notre modèle de DCT, ont été identifiées comme primordiales afin d'accroître l'intérêt des élèves à l'égard de la ST (Lawanto *et al.*, 2012), en particulier chez les filles (Kerger *et al.*, 2011). Nous avons donc pris soin de proposer aux élèves des tâches inspirées de contextes liés à l'ingénierie, ce qui a contribué à leur caractère authentique (Guerra *et al.*, 2012). De plus, puisque certaines études (Apedoe *et al.*, 2008; Carr, 2011; Schunn, 2011) insistaient sur l'importance des liens entre les tâches offertes aux élèves et la réalité, ce à quoi les filles sont plus sensibles (Kerger *et al.*, 2011), nous avons veillé à situer les activités proposées dans des situations près du quotidien des élèves. Or, il est possible que les participantes du primaire aient été particulièrement sensibles à la contextualisation des tâches, campées dans un contexte de résolution de problèmes liés de près au quotidien.

Il importe également de souligner que les tâches proposées aux élèves lors du traitement expérimental comportaient différentes activités liées au design, élément pour lequel les filles auraient naturellement un plus grand intérêt (Rohaam *et al.*, 2009; Weber, 2012). Or, le design fait partie intégrante de notre modèle de DCT, tant

dans la définition du problème que dans les phases de conception et d'optimisation. Ainsi, il est possible que les filles aient particulièrement apprécié le fait de mettre à profit leur créativité dans le cadre d'une démarche de conception.

De plus, une place importante a été accordée à collaboration dans notre modèle, puisque les élèves, et à plus forte raison les filles, préféreraient un environnement d'apprentissage où les apprenants s'entraident (Baker et Leary, 1995; Harwell, 2000). À cet effet, plusieurs techniques et procédés pédagogiques proposés dans ce modèle de DCT ciblent le partage ainsi que la collaboration entre les élèves, et ceux-ci ont été mis en œuvre par les enseignants lors du traitement expérimental. Il est donc vraisemblable de croire que ces actions, visant à encourager la collaboration entre les élèves, puissent avoir contribué aux mesures enregistrées au primaire, et ce, particulièrement du côté des filles.

5.1.2 Les résultats pour les élèves du secondaire

Pour ce qui est de l'expérimentation à l'ordre d'enseignement secondaire, nous jetons d'abord un regard sur les résultats en lien avec l'intérêt situationnel. Rappelons que, contrairement au primaire, chaque élève du secondaire n'a pas été soumis à un traitement témoin et à un traitement expérimental. Ainsi, pour ces élèves, le traitement statistique a consisté en des tests-*t* pour échantillons indépendants qui comparent les mesures d'intérêt pour ces deux traitements. Comme pour les élèves du primaire, les données en provenance des questions 7 à 14 du QP ont été soumises pour analyse et interprétation.

Pour ces participants, le traitement statistique (résultats présentés au Tableau 4.9) ne montre aucune différence détectable pour l'ensemble de ces questions entre le traitement témoin ($M = 4,32$) et le traitement expérimental ($M = 4,32$). L'analyse des résultats par genre (Tableau 4.8) nous révèle que la moyenne obtenue aux questions 7 à 14 est plus élevée chez les garçons pour qui le traitement expérimental a été dispensé ($M = 4,40$) que pour ceux qui ont été soumis au traitement témoin ($M = 4,28$). Ces différences sont cependant non significatives et ne nous permettent pas de conclure, chez les garçons, que le dispositif expérimental mis en place a réussi à générer des expériences menant à des manifestations d'un intérêt situationnel. Pour ce qui est des filles, la moyenne pour ces questions est plus faible pour le traitement expérimental ($M = 4,20$) que pour le traitement témoin ($M = 4,35$). Non seulement ces différences ne sont pas significatives, mais elles vont dans le sens opposé initialement soupçonné en ce qui a trait à la mesure de l'intérêt situationnel.

Il n'est donc pas surprenant de constater par la suite que les mesures enregistrées au questionnaire lié à l'intérêt individuel (QG) ne nous apportent pas, elles non plus, des résultats escomptés. Le Tableau 4.13 indique en effet une diminution de l'intérêt pour le groupe témoin ($M = -0,36$) et le groupe expérimental ($M = -0,32$). Soulignons que ces mesures présentent une diminution légèrement plus faible pour le groupe expérimental, mais que ces différences ne sont pas significatives.

Si l'on distingue les résultats par genre (Tableau 4.14), le gain d'intérêt est plus marqué pour les garçons ayant reçu le traitement expérimental ($M = -0,35$) que pour ceux ayant reçu le traitement témoin ($M = -0,53$). Par contre, pour les filles, c'est l'inverse; le gain d'intérêt est plus faible chez celles ayant été soumises au traitement expérimental ($M = -0,27$) qu'au traitement témoin ($M = -0,21$). Tant pour les filles que pour les garçons, ces différences sont toutefois non significatives.

En réponse à nos questions de recherche, il n'est donc pas possible d'affirmer hors de tout doute que le modèle de DCT mis en place ait contribué au développement d'un intérêt à court (situationnel) ou à long terme (individuel) à l'égard de la ST chez les élèves du secondaire, et nous ne pouvons pas non plus nous prononcer sur le fait qu'il aurait pu avoir un impact différent pour les deux genres.

Certaines hypothèses peuvent être formulées afin d'expliquer l'absence de différences entre les deux traitements à l'ordre d'enseignement secondaire. D'une part, il est possible que les enseignants du secondaire aient moins bien compris ou appliqué l'essentiel des éléments issus de notre modèle de DCT lors de l'expérimentation. Ceux-ci étant des spécialistes en ST (contrairement aux enseignants du primaire qui sont des généralistes), il se peut qu'ils aient eu en tête des *a priori* qui ont pu teinter leur compréhension des propos abordés lors de la formation préparatoire qui leur a été offerte. Lors de l'expérimentation, ils ont peut-être réalisé des interventions se conformant davantage à leur habitude que les enseignants du primaire. En ce sens, il est possible que les traitements témoin et expérimental fussent plus semblables qu'escomptés. Il est alors probable que les enseignants du secondaire n'aient pas réussi à induire une différence suffisamment grande entre les traitements pour qu'une différence dans l'intérêt (situationnel ou individuel) soit notable.

D'autre part, pendant la durée de l'expérimentation, les enseignants du secondaire ont réalisé d'autres activités que celles prévues par notre protocole de recherche. En raison des planifications annuelles déjà bien établies de ces enseignants, leurs élèves — tant ceux du traitement témoin que du traitement expérimental — ont été soumis à des activités additionnelles à notre devis. Ce ne fut pas le cas au primaire, car il a été possible à ces enseignants d'adapter leur planification pour laisser toute la place aux activités prévues dans le cadre de cette recherche. Il est donc possible que la variable injectée, soit l'application de notre modèle de DCT, ait été moins bien isolée des

autres activités scolaires au secondaire qu'au primaire, entraînant davantage de « bruit » dans les données, ou qu'elles aient dilué l'effet de la DCT sur l'intérêt.

Bien que nous ayons tenté de fournir un effort considérable en ce qui a trait au contrôle des variables, il se peut que d'autres conditions expérimentales au secondaire aient également joué un rôle dans les résultats observés. Par exemple, les enseignants de cet ordre d'enseignement étaient tenus à des périodes d'une durée maximale de 75 minutes, à des moments fixes dans un horaire, pour réaliser les différentes parties des tâches planifiées. Il est vraisemblable que cette contrainte au secondaire ait contribué à créer des pauses entre les différentes parties des activités, possiblement plus nombreuses qu'au primaire. Les enseignants du secondaire ne pouvant profiter de la flexibilité de l'horaire permise au primaire, il est possible que le découpage dans la séquence didactique prévue pour le secondaire ait contribué au désintérêt de certains élèves. Par exemple, les enseignants du primaire étaient en mesure d'aménager leur horaire afin de réaliser une activité de ST durant toute une demi-journée, ce que les enseignants du secondaire ne pouvaient pas faire.

Les thèmes abordés dans les tâches prévues pour le primaire et celles pour le secondaire soulèvent d'autres dissonances à relever dans les conditions mises en place entre les devis expérimentaux aux deux ordres d'enseignement. Afin de permettre que la réalisation des activités prévues pour cette recherche se fasse dans un contexte authentique d'enseignement, nous nous sommes donné comme contrainte de choisir les concepts à aborder dans la *Progression des apprentissages* du primaire (MELS, 2009) et dans celle du secondaire (MELS, 2011), documents ministériels en vigueur au moment de cette étude pour ces deux ordres d'enseignement. Il nous a été facile de trouver des contextes au primaire où une DCT pouvait être mise en œuvre, car plusieurs concepts qui s'y prêtaient n'avaient pas encore été couverts par les enseignants de ces classes. Le choix fut plus difficile au secondaire, car il nous fallait

identifier des concepts de la PDA du secondaire susceptibles d'être exploités dans le cadre d'une DCT, tout en respectant la contrainte des planifications déjà bien établies des enseignants du secondaire. Or, ces contraintes nous laissaient un nombre de concepts à aborder plus restreint. Nous avons pu, tant au primaire qu'au secondaire, réaliser une activité de DCT portant sur les machines simples comme premier thème, ce qui a contribué au contrôle des variables. Par contre, le deuxième thème abordé ne fut pas le même au primaire (isolation) qu'au secondaire (tremblements de terre). À cet effet, il est probable que les contextualisations aient généré l'intérêt situationnel de manière inégale. Par exemple, il est possible de croire que la mise en contexte de l'isolation, qui était en lien avec le vivant, ait particulièrement plu aux filles du primaire, contrairement à celle portant sur les tremblements de terre au secondaire. Ce constat serait en cohérence avec les propos de Jidesjö *et al.* (2015) voulant qu'un contexte lié aux vivants soit un élément favorisant le développement de l'intérêt des élèves, en particulier chez les filles. Les résultats que nous avons obtenus ont peut-être été impactés par cet élément plus que nous l'avions présumé au départ.

Certains éléments au regard des participants méritent également d'être soulevés. Tout d'abord, soulignons qu'au primaire, par traitement, nous avons un plus grand nombre de participants qu'au secondaire. Conséquemment, il est possible que nous ayons obtenu un portrait plus juste du développement de l'intérêt (situationnel et individuel) des élèves au primaire, comparativement à ceux du secondaire, en raison de ce nombre plus élevé. Ensuite, il est possible que les adolescents — les participants à l'ordre d'enseignement secondaire — aient été moins réceptifs aux interventions mises en place par leur enseignant, ceux-ci étant peut-être moins spontanément enthousiastes que de plus jeunes élèves au regard de ce qui leur est offert en classe.

Enfin, mentionnons une différence majeure entre les conditions mises en place au primaire et au secondaire en ce qui a trait au devis expérimental exploité. Au

primaire, un même élève fut soumis au traitement témoin, puis au traitement expérimental avec le même enseignant. Ce type de devis nous a mené à réaliser des tests-*t* appariés visant à comparer les mesures de deux variables — soit (1) l'absence d'interventions mobilisant une DCT au traitement témoin et (2) sa présence au traitement expérimental — pour un même groupe. Il a ainsi été possible de calculer les différences de ces deux moyennes pour chaque traitement (témoin et expérimental) et de vérifier si l'hypothèse nulle pouvait être rejetée ou non. Puisqu'il est question des mêmes élèves pour ces deux mesures, le test-*t* apparié nous permet de contrôler l'état initial des caractéristiques des élèves. Au secondaire, nous avons eu recours à des tests-*t* pour échantillons indépendants. Ce type de test permet de mettre à l'épreuve l'hypothèse nulle en comparant des moyennes provenant de groupes indépendants. Or, les tests-*t* pour échantillons indépendants ne permettent pas de contrôler l'état initial des caractéristiques des élèves. L'emploi de ce type de test — puisqu'il ne contrôle pas l'état initial des participants — pourrait donc être à l'origine de l'absence de différence observée dans les gains d'intérêt situationnel et individuel enregistrés pour ces élèves.

5.2 Les recommandations issues de cette recherche

S'appuyant sur les résultats de cette étude, nous formulons différentes recommandations destinées au milieu scolaire et à celui de la recherche.

Tout d'abord, les mesures que nous avons obtenues nous laissent croire que notre traitement expérimental a porté fruit au primaire, et ce, particulièrement pour les filles ayant participé à notre recherche. Or, sachant que plus les élèves développent tôt un intérêt à l'égard de la ST, moins le déclin est marqué dans la suite de leur cheminement scolaire (Barmby *et al.*, 2008), plusieurs chercheurs insistent sur

l'importance de mettre en place, le plus tôt possible, des stratégies pédagogiques visant à cultiver cet intérêt (Carr, 2011; Mc Ewen, 2013; Rohaan *et al.*, 2009), et ce, plus expressément pour les filles (Tyler-Wood *et al.*, 2012). Des situations d'apprentissage dans les cours de ST, exploitant une démarche de DCT seraient susceptibles de permettre à des « ingénieurs en herbe » de se découvrir et/ou de prendre conscience de l'apport de cette discipline dans différents contextes du quotidien. Il nous apparaît donc opportun, comme première recommandation, de proposer, dès que possible dans le parcours scolaire, l'usage d'un modèle comme celui décrit dans cette étude afin de stimuler le développement d'un intérêt situationnel qui pourrait éventuellement évoluer en un intérêt individuel à l'égard de la ST.

Une deuxième recommandation pourrait être formulée au regard de l'importance de sélectionner judicieusement les mises en situation offertes à tous les élèves, mais plus spécifiquement pour les filles. Nous formulons cette recommandation en nous appuyant entre autres sur les résultats différents obtenus chez les filles du primaire et chez celles du secondaire. À la lumière de ceux-ci, il nous semble judicieux de prévoir une contextualisation d'activités arrimées à leur vécu et en lien avec les vivants afin de favoriser le développement de leur intérêt. À cet effet, une analyse en profondeur de l'ensemble des encadrements scolaires en ST (PFEQ, PDA) serait utile afin de mettre en lumière des liens entre les concepts liés aux vivants et ceux susceptibles d'être mobilisés dans une DCT. Certains chercheurs ont déjà fait de telles mises en relation dans différents contextes liés à la ST. À titre d'exemple, Hoffmann (2002) met en évidence des liens entre des concepts liés au corps humain avec d'autres enseignés en physique dans une étude visant à favoriser l'intérêt des filles pour cette discipline. Il serait intéressant de mener de tels travaux afin d'inventorier des liens entre des concepts liés aux vivants ou à d'autres champs scientifiques et des concepts issus du champ de la technologie, dans un contexte

mobilisant une DCT. L'établissement de ces ponts entre des savoirs scientifiques et des savoirs technologiques serait susceptible de contribuer à une meilleure intégration de la technologie, dont il était question plus haut, tant par les élèves que par les enseignants.

5.3 Les limites de cette recherche

Malgré tous les efforts déployés pour mettre en place le devis quantitatif employé dans le cadre de cette thèse, il ne nous est pas possible de généraliser les résultats à des contextes autres que le nôtre. Nous sommes consciente que notre recherche s'est déroulée dans un contexte particulier et que sa portée est limitée à ce dernier. Cette étude doit être perçue comme une preuve parmi d'autres possibles, qui à leur somme peuvent apporter des pistes de solutions à la problématique complexe et multidimensionnelle qu'est le développement de l'intérêt des jeunes à l'égard de la ST. Notre modèle de DCT pourrait effectivement constituer l'un des éléments susceptibles de contribuer au développement de l'intérêt, mais il n'en est certainement pas le seul. De plus, bien qu'une méthodologie ait été rigoureusement appliquée, notre recherche comporte certaines limites. La présente section vise à mettre en évidence des éléments qui pourraient bonifier, dans le futur, des recherches similaires à la nôtre.

Afin de statuer avec plus d'assurance sur l'impact de notre modèle de DCT sur le développement de l'intérêt, il pourrait être pertinent, par exemple, de reprendre notre devis expérimental sur une plus longue période. Une étude de type longitudinal nous permettrait de suivre une cohorte en partant du primaire et de surveiller de près ce qu'il advient du développement de leur intérêt à l'égard de la ST lors du moment charnière que constitue la transition vers le secondaire. Il serait alors possible de

confirmer si l'intérêt, cultivé au primaire par des activités mobilisant le modèle de DCT retenu ici, diminue moins fortement pour ces élèves au moment de leur passage vers le secondaire. Une étude longitudinale serait pareillement susceptible de favoriser une meilleure intégration progressive par les enseignants des techniques et procédés prescrits par notre modèle de DCT, les pratiques pédagogiques comportant des habitudes de travail relativement longues à implanter.

Soulignons également qu'un nombre de participants plus élevé serait bien sûr susceptible de nous donner un meilleur aperçu de l'impact du traitement expérimental. Dans le cas de notre étude, il ne fut pas possible de recruter davantage d'enseignants au secondaire prêts à intégrer nos séquences didactiques à leur planification annuelle déjà bien chargée. De plus, comme nous l'avons mentionné au chapitre III, les données d'un des enseignants volontaires ne purent être utilisées, celles-ci étant manquantes en trop grand nombre. Bien que le nombre de participants impliqués au secondaire soit supérieur à ce que l'on retrouve dans d'autres études similaires à la nôtre (Ateş et Eryilmaz, 2011; Doppelt *et al.*, 2008; Mammes, 2004), recruter un plus grand nombre de participants aurait vraisemblablement pu améliorer nos chances d'obtenir un portrait plus juste de l'évolution de l'intérêt.

En poursuivant l'analyse des limites de cette étude, au regard de la posture épistémologique adoptée, nous ne pouvons passer sous silence le fait que la chercheuse était également la conseillère pédagogique des enseignants associés à ce projet de recherche. Il est légitime de se demander si un effet de désirabilité sociale s'est fait sentir du côté de certains enseignants — ce qui est susceptible d'avoir un impact sur la validité interne de l'étude. Ceux-ci étaient bien informés des objectifs de l'étude et savaient en quoi consistaient les traitements témoin et expérimental. Ainsi, dans le but d'intervenir efficacement et peut-être même de « faire plaisir » à leur formatrice, il est possible que certains enseignants, par exemple au primaire,

aient fait moins lors du traitement témoin et en aient mis plus lors du traitement expérimental, que ces actions aient été conscientes ou pas. Celles-ci pourraient donc avoir influencé les résultats obtenus.

Nous pouvons aussi nous interroger sur l'impact de la formation offerte par la chercheuse aux enseignants en ce qui a trait à son contenu et à son positionnement dans le temps. Par exemple, après avoir suivi la formation, au tout début de l'expérimentation, un enseignant du primaire aurait pu faire référence à des techniques ou des procédés propres à la DCT, consciemment ou pas, pendant le traitement témoin (traitement ne devant pas exploiter une DCT). De même, un enseignant du secondaire étant sensibilisé à la DCT, à son rôle et à son déroulement, aurait pu faire référence à cette démarche, non seulement dans ses groupes expérimentaux, mais également dans son ou ses groupes témoins (groupes dans lesquels la DCT ne devait pas être mobilisée). À nouveau, ces éléments peuvent influencer sur la validité interne de la recherche. À cet effet, il aurait été possible, pour le secondaire, de confier à un même enseignant tous les groupes expérimentaux, mais dans cette éventualité, nous n'aurions pu contrôler l'effet enseignant, ce qui eut été une source de biais encore plus importante à nos yeux.

En ce qui a trait à l'accompagnement offert aux enseignants, rappelons que ceux-ci avaient l'opportunité de bénéficier d'un soutien tout au long du projet, selon leurs besoins. Par son double rôle de conseillère pédagogique et de chercheuse, elle était présente dans leur milieu et il leur était facile de la joindre. Il s'agissait d'ailleurs d'une personne de confiance, connue depuis longtemps par l'ensemble de ces enseignants, ce qui peut avoir réduit la crainte d'être jugé. Il est donc probable que ces derniers l'aient davantage sollicitée qu'ils ne l'auraient fait pour un chercheur externe. D'un autre côté, il est aussi possible que certains enseignants, par exemple

ceux du secondaire, se sentant plus solides relativement aux contenus, aient fait moins appel à la chercheuse pour assurer leur régulation.

Enfin, considérant nos questions de recherche, les instruments de cueillette de données exploités dans la cadre de cette étude ont été restreints au QP et QG. L'usage d'autres types d'instruments, tel un journal de bord, aurait pu rendre possible la consignation de données supplémentaires, non accessibles par le QP et le QG, pertinentes à connaître. Par exemple, dans un journal anecdotique, l'enseignant aurait pu noter des événements particuliers, autres que les interventions liées au traitement témoin ou expérimental, susceptibles d'avoir eu un impact sur le développement de l'intérêt (situationnel ou individuel) des élèves. De telles informations auraient pu nous apporter un éclairage à propos des menaces à la validité interne de l'étude, tel « l'effet histoire » (Kaya, 2015). Pour illustrer, un conférencier invité en classe durant le traitement expérimental pourrait avoir un impact sur l'intérêt des élèves, cet intérêt généré ne serait alors pas attribuable à la présence de notre modèle de DCT.

Rappelons en terminant que cette étude visait à répondre à nos questions de recherche, soit de savoir comment notre modèle de DCT influence l'intérêt situationnel et l'intérêt individuel des élèves, filles et garçons, aux abords de la transition entre le primaire et le secondaire. Par contre, cette étude n'a pas la vertu de répondre à d'autres questions pertinentes, par exemple, en lien avec le développement de l'intérêt ou l'éducation à la technologie de manière plus large. Ainsi, nous avons mis en œuvre toutes les conditions de scientificité pour planifier et réaliser un devis quasi expérimental au service de nos questions de recherche et qui tenait compte de la réalité du terrain.

5.4 Les apports de cette recherche

Du point de vue de la recherche, les résultats recueillis au primaire soutiennent l'hypothèse selon laquelle la DCT — dans ce cas-ci relative à l'application de notre modèle — pourrait stimuler le développement de l'intérêt à l'égard de la ST. Ces mêmes résultats mettent en lumière l'effet possible de la mise en œuvre d'un tel modèle sur le développement de cet intérêt chez les deux genres, et ce, plus fortement chez les filles. Les hypothèses explicatives formulées précédemment mettent en évidence certaines caractéristiques de notre modèle pouvant contribuer positivement au développement de l'intérêt à l'égard de la ST chez tous les élèves, mais à plus forte raison chez les filles. Notons à cet effet le choix d'une contextualisation ancrée dans des éléments liés au quotidien ainsi que la réalisation de tâches liées au design — dans lesquelles les élèves peuvent mettre à profit leur créativité — et permettant aux apprenants de travailler en collaboration.

D'un point de vue didactique, une contribution importante de cette recherche est d'avoir dépeint le rôle de l'enseignant dans le soutien à apporter aux élèves du primaire et du secondaire en réalisant une démarche de DCT. Nombre d'auteurs s'étaient déjà penchés sur les actions que réalisent les apprenants au cours de ce processus (Campbell et Jane, 2012; Carr, 2011; Doppelt *et al.*, 2008; Frank et Barzilai, 2006; Gattie et Wicklein, 2007; Lawanto *et al.*, 2012; Lewis, 2005), mais nous n'en avons recensé aucune qui précisait de manière explicite les techniques et les procédés que l'enseignant gagnerait à mettre en place dans un tel contexte, ceux-ci se concentrant plus souvent sur les actions que les élèves réalisent (« étapes » de la démarche).

À cet effet, la Figure 2.6, intitulée *Représentation de la structure de notre modèle de DCT présentant ses quatre phases et ses composantes*, décrit les différentes phases que l'élève parcourt en cours de démarche et les composantes associées à chacune d'elles. Le modèle que nous avons développé constitue une synthèse nouvelle de ce processus, s'appuyant sur une analyse de plusieurs autres modèles mentionnés au chapitre II. Notre modèle de DCT, inspiré d'un contexte authentique en ingénierie et se situant dans le cadre d'une résolution de problèmes, se veut dynamique et non linéaire, ce que recommandent de nombreux ouvrages (Campbell et Jane, 2012; Carr, 2011; Doppelt *et al.*, 2008). Les composantes et les phases de cette figure visent à décrire des actions que l'apprenant posera en cours de démarche. Le rôle de l'enseignant sera de le guider afin qu'il puisse efficacement réaliser ces différentes actions en cours de processus.

Afin de compléter cette description, le *Tableau-synthèse des composantes, techniques et procédés d'enseignement liés à chacune des phases de la DCT*, présenté en *Annexe A*, fournit des pistes qui décrivent le rôle de l'enseignant qui souhaite soutenir efficacement les élèves dans un tel processus. Celui-ci détaille de manière explicite les techniques d'enseignement à mobiliser par l'enseignant ainsi que les processus associés à chacun d'eux. La liste de vérification que nous ajoutons en *Annexe P* vise à outiller les enseignants en exercice. Ce document, intitulé *Liste de vérification des techniques et procédés pédagogiques liés à chacune des phases de la DCT*, a pour but de permettre de voir en un coup d'œil les différentes phases et composantes prescrites dans notre modèle en les mettant en relation avec les techniques et les procédés auxquels nous les avons associées. Cette liste de vérification permet un suivi en cochant les éléments concernés et un espace est prévu pour que l'utilisateur puisse ajouter ses notes personnelles. Celui-ci pourrait annoter et surligner ce document en fonction de ses besoins, par exemple, afin de bonifier graduellement la qualité du soutien offert à ses élèves dans la mise en œuvre d'une DCT. Nous espérons que cette

documentation puisse soutenir les enseignants dans l'accompagnement de leurs élèves lors de la réalisation d'une DCT.

Il serait également intéressant de poursuivre les réflexions qui ont été amorcées dans le cadre de cette thèse dans le but de mieux comprendre le rôle de notre modèle de DCT dans le développement de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST. Ainsi, d'autres recherches pourraient être menées afin de déterminer quelles caractéristiques de notre modèle contribuent de manière plus importante au développement de l'intérêt situationnel ou individuel. D'autres études pourraient également être réalisées pour mieux connaître les dispositifs les plus efficaces afin de soutenir la mise en place d'un tel modèle par les enseignants du primaire et du secondaire, au Québec comme ailleurs dans le monde. Notre devis de recherche pourrait aussi être repris et adapté en modifiant certaines de ses caractéristiques afin de mieux comprendre le soutien que l'enseignant pourrait apporter aux élèves dans la réalisation d'actions jugées plus difficiles pour eux. L'intégration de la technologie dans les curriculums scolaires à travers le monde étant relativement nouvelle, il importe de poursuivre les recherches en ce sens, ce à quoi nous souhaitons contribuer avec notre thèse.

CONCLUSION

Dans le cadre de cette thèse, nous avons mis en lumière le rôle d'une stratégie pédagogique, soit notre modèle de démarche de conception technologique (DCT), sur le développement de l'intérêt des élèves aux abords de la transition primaire-secondaire. La problématique a permis de faire ressortir que l'école a un rôle important à jouer dans le développement de l'intérêt des jeunes à l'égard de la ST, particulièrement lors de cette transition (Anderhag *et al.*, 2016; Potvin et Hasni, 2018), et que, pour bien des élèves, elle n'arrive pas à s'acquitter de cette tâche (Potvin et Hasni, 2018; Turner et Peck, 2009). Des défis en ce qui a trait au volet technologique de cette discipline (Bousadra *et al.*, 2018; Hasni *et al.*, 2012; Owen *et al.*, 2008) nous ont amenée à nous intéresser aux pratiques pédagogiques susceptibles d'apporter des pistes de solutions à cet effet pour tous les apprenants, filles et garçons.

Afin de contribuer aux travaux visant à favoriser le développement de l'intérêt des élèves à l'égard de la ST, nous avons cherché à vérifier l'effet d'activités s'appuyant sur un modèle de démarche de conception technologique (DCT) sur l'intérêt des élèves au 3^e cycle du primaire et au 1^{er} cycle du secondaire (première question de recherche). Pour ce faire, nous avons analysé son impact sur le développement de l'intérêt à court terme (intérêt situationnel) et à long terme (intérêt individuel). Nous avons également voulu savoir si ce modèle avait un impact différent sur les filles et les garçons (deuxième question de recherche).

Afin de nous acquitter de cette tâche, dans notre cadre théorique, nous avons d'abord réalisé une recension dans la littérature scientifique nous permettant de sélectionner des éléments visant à élaborer notre modèle de DCT. Celui-ci regroupe les composantes mobilisées par les élèves lors de la réalisation de chacune des phases de notre modèle. Il décrit également les techniques et les procédés mis en œuvre par les enseignants afin de soutenir les apprenants dans la réalisation de cette démarche. De plus, nous avons identifié le modèle sur lequel nous appuyons notre conceptualisation du développement de l'intérêt, soit le modèle en quatre phases de Hidi et Renninger (2006). Les concepts d'intérêt situationnel et d'intérêt individuel ont également été définis dans cette section.

La méthodologie qui a été exploitée dans le cadre de cette thèse est de type quasi expérimental. Celle-ci comprenait la réalisation d'activités permettant aux participants de mobiliser une DCT, guidées par l'intervention pédagogique de l'enseignant conforme aux techniques et procédés d'enseignement décrits par notre modèle. Les instruments utilisés, soit le Questionnaire ponctuel (QP) et le Questionnaire général (QG), ont permis d'amasser des données quantitatives respectivement au regard de l'intérêt situationnel et de l'intérêt individuel. Un devis pré/posttest a été appliqué afin de procéder à leur collecte.

Pour les participants du primaire, l'analyse des résultats a mis en évidence une augmentation de l'intérêt situationnel ainsi que de l'intérêt individuel entre le traitement témoin (enseignement sans DCT) et le traitement expérimental (enseignement avec DCT). Les scores obtenus nous indiquent une augmentation plus importante du côté des filles dans les deux cas (intérêt situationnel et intérêt individuel). Ces résultats nous portent à croire que notre modèle de DCT a contribué efficacement au développement de l'intérêt (situationnel et individuel) chez les participants du primaire, et ce, à plus forte raison pour les filles. Nous avons proposé

comme hypothèse explicative à cet effet qu'un plus grand nombre de caractéristiques du traitement expérimental ait influencé positivement les filles comparativement aux garçons. Par exemple, sachant que les filles ont un plus grand intérêt pour les activités liées au design (Weber, 2012; Rohaan *et al.*, 2009), il est possible qu'elles aient particulièrement apprécié le fait de mettre à profit leur créativité dans les activités de DCT proposées, tant lors de la définition du problème que dans les phases de conception et d'optimisation. Il est aussi vraisemblable que les filles aient été influencées positivement par les techniques et procédés pédagogiques prescrits dans ce modèle de DCT qui ciblent la collaboration. Des interventions avaient été prévues en ce sens, car la littérature scientifique indiquait que les filles pouvaient y être particulièrement sensibles (Baker et Leary, 1995; Harwell, 2000).

En ce qui a trait aux participants du secondaire, les résultats obtenus ne nous permettent pas d'affirmer que notre modèle de DCT a contribué chez eux au développement d'un intérêt situationnel ou individuel à l'égard de la ST. De plus, il ne nous est pas possible de déterminer si celui-ci a eu un impact différent pour les deux genres. Nous avons fourni différentes hypothèses explicatives relativement à ces résultats. Il est vraisemblable, par exemple, que les enseignants du secondaire aient moins bien compris et appliqué les éléments prescrits par notre modèle. Ceux-ci n'ont donc peut-être pas été en mesure d'induire une différence suffisamment importante entre les traitements témoin et expérimental pour qu'une différence des mesures d'intérêt (situationnel ou individuel) soit observable.

Par cette étude, nous espérons avoir apporté des pistes d'action afin de favoriser le développement de l'intérêt à l'égard de la ST des élèves des ordres d'enseignement primaire et secondaire. Le modèle de DCT que nous proposons, par la description des composantes mobilisées par les élèves ainsi que des techniques et procédés d'enseignement mis en œuvre par les enseignants, vise à définir le rôle de ces acteurs

dans ce processus créatif. Plusieurs travaux précisait déjà les actions à poser par les élèves, mais à notre connaissance aucun ne définissait par des techniques et procédés les interventions attendues par l'enseignant. Puisque l'analyse des résultats porte à croire que le traitement expérimental a favorisé le développement de l'intérêt à l'égard de la ST des participants du primaire, et ce, de manière plus marquée pour les filles, l'une de nos recommandations propose l'usage d'un modèle tel que décrit dans notre étude dès que possible dans le parcours scolaire.

Par le propos étayé, nous espérons avoir identifié des éléments sur lesquels pourront s'appuyer de futures études au regard de l'intérêt à l'égard de la ST. Nous souhaitons également, par les différents apports que nous avons relevés, avoir contribué de manière significative à l'identification de pistes visant à favoriser le développement de l'intérêt des élèves, filles et garçons, à l'égard de la ST.

ANNEXE A

TABLEAU-SYNTÈSE DES COMPOSANTES, TECHNIQUES ET PROCÉDÉS D'ENSEIGNEMENT LIÉS À CHACUNE DES PHASES DE LA DCT

Analyser		
Composantes de la DCT	Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
<p>Définir le problème</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier et décrire le problème • Clarifier les contraintes • Cibler les critères de réussite 	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation de la mise en situation aux élèves • Activation des connaissances ou des expériences antérieures 	<ul style="list-style-type: none"> • Lire la mise en situation de l'activité aux élèves. • Laisser du temps aux élèves pour relire la mise en situation en surlignant ou en annotant au besoin. • Questionner les élèves au sujet des connaissances antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. • Questionner les élèves au sujet des expériences antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. • Reformuler les propos des élèves. • Noter les propos des élèves au tableau. • Faire des rappels pour favoriser l'établissement de liens avec des connaissances antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. • Faire des rappels pour favoriser l'établissement de liens avec des expériences antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche.
<p>Définir le but</p> <ul style="list-style-type: none"> • Animation d'une discussion ayant pour but: <ol style="list-style-type: none"> 1. la validation entre pairs de la compréhension du problème et des contraintes; 2. l'identification des critères de réussite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Animation d'une discussion ayant pour but: <ol style="list-style-type: none"> 1. la validation entre pairs de la compréhension du problème et des contraintes; 2. l'identification des critères de réussite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Donner du temps aux élèves pour discuter en équipe du problème et de ses contraintes. • Poser des questions aux élèves au sujet du problème et de ses contraintes. • Demander aux élèves d'identifier les critères de réussite. • Reformuler les propos des élèves. • Noter les propos des élèves au tableau. • Faire une synthèse des propos des élèves. • Faire reformuler par des élèves: <ul style="list-style-type: none"> o 1. le problème et les contraintes; o 2. les critères de réussite.

Concevoir		
Composantes de la DCT	Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
<p>Explorer et générer des idées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explorer des solutions existantes • Réaliser un remue-ménages • Réaliser des croquis <p>Sélectionner une idée</p> <p>Sélectionner les ressources et les outils appropriés</p> <p>Construire un prototype</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Animation d'une période d'idéation • Animation d'une discussion visant la sélection de l'idée retenue • Accompagnement des élèves lors de la fabrication du prototype 	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser des modalités de regroupements efficaces pour le travail en équipe. • Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. • Encourager les élèves à consulter différentes sources. • Présenter le matériel disponible aux élèves et leur permettre de le manipuler. • Questionner les équipes pendant leur remue-ménages. • Faire des pauses pendant le travail en équipe afin de permettre le partage d'idées entre toutes les équipes. • Encourager les élèves à réaliser plusieurs croquis. • Animer un retour en grand groupe à la fin de la période d'idéation. • Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. • Inviter les équipes à revenir sur les différents croquis qu'ils ont réalisés. • Inviter les élèves à considérer les idées partagées par les autres équipes. • Soutenir les élèves dans la production et l'utilisation d'une matrice de décision (ex. : sous forme de tableau) afin de noter les différentes possibilités envisagées et de quantifier le degré de satisfaction de chacune d'elles par rapport aux critères retenus. • Inviter les élèves à peaufiner au besoin le croquis de l'idée retenue. • Demander aux élèves de cibler les matériaux et les outils dont ils prévoient avoir besoin. • Questionner les élèves au sujet de leurs choix de fabrication (matériaux utilisés, procédés de fabrication, etc.) en fonction des contraintes et des critères de réussite identifiés. • Demander aux élèves de justifier leurs choix de fabrication. • Favoriser l'entraide entre les équipes, en particulier lorsque certaines d'entre elles éprouvent des difficultés dans la fabrication du prototype. • Apporter une aide plus soutenue aux équipes qui éprouvent de plus grandes difficultés dans la fabrication du prototype.

Optimiser		
Composantes de la DCT	Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
Tester le prototype Améliorer le prototype	<ul style="list-style-type: none"> • Accompagnement des élèves dans la collecte et l'analyse des données 	<ul style="list-style-type: none"> • Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés afin de choisir des tests qui apportent des informations pertinentes à l'amélioration du prototype. • Poser des questions aux élèves au sujet des moyens utilisés pour recueillir leurs données et leurs observations (pertinence, façons de procéder, etc.). • Encourager les élèves à consigner rigoureusement les données obtenues et/ou leurs observations.
	<ul style="list-style-type: none"> • Animation d'une discussion ayant pour but: <ul style="list-style-type: none"> ○ de faire ressortir les éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; ○ d'identifier des pistes pour améliorer les lacunes des prototypes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poser des questions aux élèves au sujet de leurs données obtenues et de leurs observations afin de faire ressortir: <ul style="list-style-type: none"> ○ des éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; ○ des pistes d'amélioration. • Reformuler les propos des élèves. • Noter les propos des élèves au tableau. • Faire une synthèse des propos des élèves. • Faire reformuler par des élèves les éléments identifiés par le groupe au regard: <ul style="list-style-type: none"> ○ des éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; ○ des pistes d'amélioration.
	<ul style="list-style-type: none"> • Accompagnement des élèves dans l'amélioration de leur prototype 	<ul style="list-style-type: none"> • Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. • Favoriser l'entraide entre les équipes dans le but de bonifier les prototypes. • Apporter une aide plus soutenue aux équipes qui éprouvent de plus grandes difficultés afin de bonifier leur prototype.

Communiquer		
Composantes de la DCT	Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement
Échanger avec ses pairs tout au long de la démarche Consigner ses traces	<ul style="list-style-type: none"> • Accompagnement des élèves dans le partage avec leurs pairs tout au long de leur démarche 	<ul style="list-style-type: none"> • Lors du travail en équipe, favoriser les échanges entre les coéquipiers et entre les équipes. • Lors des discussions en grand groupe, favoriser la participation de tous les élèves. • Encourager le partage de toutes les idées. • Lors du retour final, animer une discussion visant à favoriser le partage des apprentissages et des démarches réalisés.
		<ul style="list-style-type: none"> • Animation d'une discussion afin de faire ressortir les caractéristiques de traces claires et complètes (pour les traces sémantiques et graphiques)

ANNEXE B

QUESTIONNAIRE PONCTUEL (QP)

QUESTIONNAIRE PONCTUEL PORTANT SUR LA PÉRIODE QUI VIENT DE SE TERMINER

- Ce questionnaire n'est **pas** un test ou un examen;
- Il sert surtout à connaître votre point de vue sur la période que vous venez de vivre en sciences technologie (S&T);
- Il n'y a **pas** de bonne ou de mauvaise réponse. Nous vous invitons donc à répondre spontanément et sincèrement à chacune des questions;
- Vos réponses personnelles ne seront **pas** communiquées à vos parents, vos enseignants ou votre école. De plus, votre nom sera remplacé par un code afin d'éviter qu'on reconnaisse vos réponses personnelles.

1. La date d'aujourd'hui est...

Jour	Mois	Année

2. Indiquez vos nom et prénom : NOM : _____ PRÉNOM : _____

3. Je suis... ...une fille ...un garçon

4. Ma date de naissance est...

Jour	Mois	Année

5. Le nom de mon école actuelle est : _____

6. Mon niveau scolaire actuel est (cochez)...

Primaire				Secondaire					AUTRE
3 ^e année	4 ^e année	5 ^e année	6 ^e année	1 ^e année	2 ^e année	3 ^e année	4 ^e année	5 ^e année	Spécifiez ici :
<input type="checkbox"/>									

Ne cochez qu'une (1) seule case à chaque fois pour chacune des prochaines questions

7.
Le cours que l'on vient juste de vivre était intéressant.
- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fortement en désaccord | Moyennement en désaccord | Un peu en désaccord | Un peu en accord | Moyennement en accord | Fortement en accord |
| <input type="checkbox"/> |
8.
Le cours que l'on vient juste de vivre était stimulant.
- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fortement en désaccord | Moyennement en désaccord | Un peu en désaccord | Un peu en accord | Moyennement en accord | Fortement en accord |
| <input type="checkbox"/> |
9.
J'ai beaucoup aimé suivre ce cours.
- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fortement en désaccord | Moyennement en désaccord | Un peu en désaccord | Un peu en accord | Moyennement en accord | Fortement en accord |
| <input type="checkbox"/> |
10.
Ce cours me sera certainement utile dans l'avenir.
- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fortement en désaccord | Moyennement en désaccord | Un peu en désaccord | Un peu en accord | Moyennement en accord | Fortement en accord |
| <input type="checkbox"/> |
11.
J'ai l'impression d'avoir bien compris tout ce dont on a parlé dans ce cours.
- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Fortement en désaccord | Moyennement en désaccord | Un peu en désaccord | Un peu en accord | Moyennement en accord | Fortement en accord |
| <input type="checkbox"/> |

(SUITE DU QUESTIONNAIRE AU VERSO)

Ne cochez qu'une (1) seule case à chaque fois pour chacune des prochaines questions

12. Comparé à ce qu'on fait d'habitude en science et technologie (S&T), ce qu'on a fait aujourd'hui m'a paru PLUS intéressant.	Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
	<input type="checkbox"/>					
13. J'ai trouvé la mise en situation intéressante.	Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
	<input type="checkbox"/>					
14. J'ai aimé qu'on présente la tâche à réaliser comme un défi.	Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
	<input type="checkbox"/>					

Merci!

CRIJEST

Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie

ANNEXE C

QUESTIONNAIRE GÉNÉRAL (QG)

CRIJEST

Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes
à l'égard des sciences et de la technologie

ENQUÊTE SUR L'INTÉRÊT DES JEUNES À L'ÉGARD DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE (S&T)

QUESTIONNAIRE COMPLET

Pour les élèves dont le nom de famille
commence par une lettre située entre A et Z (inclusivement)

Abdelkrim Hasni et Patrice Potvin, titulaires de la CRIJEST¹
© CRIJEST 2012

¹ Ce questionnaire a été élaboré conjointement par les deux titulaires, avec la collaboration de Gilles Thibert

CONSIGNES

- Ce questionnaire n'est pas un test ou un examen.
- Il sert surtout à connaître le point de vue des élèves sur les sciences et la technologie (S&T), et sur l'enseignement des S&T à l'école.
- Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse. Nous vous invitons donc à répondre spontanément et sincèrement à chacune des questions.
- Avant de répondre aux questions, nous vous invitons à lire attentivement les consignes qui leur sont associées. Vous ne devez cocher qu'une seule case pour chaque question. Ne laissez aucune question sans réponse.
- Vous devez donner la réponse que vous pensez être la meilleure, même si parfois les choix de réponse sont difficiles.
- Vos réponses personnelles ne seront pas communiquées à vos parents, vos enseignants ou votre école. De plus, votre nom sera remplacé par un code afin d'éviter qu'on reconnaisse vos réponses personnelles.
- Certaines questions portent sur les activités d'apprentissage en science et technologie (S&T) que l'on vit à l'école. Il faut alors répondre en fonction de votre expérience dans les dernières semaines.
- Notez que les questions ne sont pas nécessairement numérotées correctement. Prière de ne pas en tenir compte.

Rappels → Dans ce questionnaire, « S&T » désigne toujours « science et technologie »
Toujours cocher une (1) seule case pour chacune des questions à choix multiples

V.2013

MOI ET MON ENTOURAGE

1. Indiquez vos noms et prénoms :

NOM : _____ PRÉNOM : _____

2. Je suis...

...une fille ...un garçon

3. Ma date de naissance est...

Jour	Mois	Année

4. Le nom de mon école actuelle est : _____

5. Mon niveau scolaire actuel est :

Primaire				Secondaire					AUTRE
3 ^e année	4 ^e année	5 ^e année	6 ^e année	1 ^e année	2 ^e année	3 ^e année	4 ^e année	5 ^e année	Spécifiez ici :
<input type="checkbox"/>									

→ RAPPEL ←

Dans l'ensemble du questionnaire, S&T veut dire « science et technologie ».

6. J'ai hâte aux prochaines activités de S&T	Fortement en désaccord <input type="checkbox"/>	Moyennement en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en accord <input type="checkbox"/>	Moyennement en accord <input type="checkbox"/>	Fortement en accord <input type="checkbox"/>
7. Les S&T à l'école, c'est l'« fun »	Fortement en désaccord <input type="checkbox"/>	Moyennement en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en accord <input type="checkbox"/>	Moyennement en accord <input type="checkbox"/>	Fortement en accord <input type="checkbox"/>
8. Les S&T à l'école, c'est « plate »	Fortement en désaccord <input type="checkbox"/>	Moyennement en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en accord <input type="checkbox"/>	Moyennement en accord <input type="checkbox"/>	Fortement en accord <input type="checkbox"/>
9. On devrait passer plus de temps à faire des S&T à l'école	Fortement en désaccord <input type="checkbox"/>	Moyennement en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en accord <input type="checkbox"/>	Moyennement en accord <input type="checkbox"/>	Fortement en accord <input type="checkbox"/>
10. Si j'avais le choix, je n'irais plus aux cours de S&T	Fortement en désaccord <input type="checkbox"/>	Moyennement en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en désaccord <input type="checkbox"/>	Un peu en accord <input type="checkbox"/>	Moyennement en accord <input type="checkbox"/>	Fortement en accord <input type="checkbox"/>

ANNEXE D

COMPTE-RENDU DE LA RENCONTRE D'INFORMATION AVEC LES ENSEIGNANTS DU PRIMAIRE

Notes – Rencontre en ligne avec les enseignants du primaire

Compte-rendu de la rencontre d'information sur le projet de recherche de Nancy Brouillette

1. Introduction

- Remerciement aux enseignants participant au projet pour leur implication.
- Rappel du projet de recherche :
 - Recherche doctorale qui vise à étudier l'effet de la démarche de conception sur l'intérêt des élèves au 3^e cycle du primaire et au 1^{er} cycle du secondaire.
 - Projet qui s'inscrit dans les travaux de la Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST) – qui s'intéresse à l'intérêt des élèves à l'égard de la ST.
 - Travaux de cette recherche dirigés par Patrice Potvin de l'UQAM, co-directeur de cette chaire, et par Ghislain Samson de l'UQTR.
- Présentation du plan de la rencontre.
- Inviter les participants à poser des questions en cours d'entretien.

2. Activités à réaliser

- Présentation des quatre tâches à réaliser en classe ainsi que du moment prévu (mois) pour les réaliser.

Décembre	Janvier	Février	Mars
Tâche de manipulation et de collecte de données	Atelier sur les machines simples + activité synthèse	Démarches de conception technologique (DCT)	
Tâches témoins (Mesures de l'intérêt au départ)		Tâches expérimentales (Nouvelles mesures de l'intérêt)	
Concepts ST travaillés (PDA)			
<i>Tâche 1 : Une niche pour Zelda</i> (Isolation)	<i>Tâche 2 : Des tâches de toutes sortes !</i> (Machines simples, forces et mouvements)	<i>Tâche 3 : Livraison express</i> (Machines simples, forces et mouvements)	<i>Tâche 4 : La maison du Mr Freeze™</i> (Isolation, forces et mouvements)
Informations réinvesties par la suite dans les tâches 3 et 4.			

- Les tâches 3 et 4 demandent aux élèves de mobiliser une démarche de conception technologique (DCT). Les actions que vous poserez en classe sont susceptibles d'avoir un impact sur le soutien des élèves dans leur démarche et/ou sur l'intérêt des élèves à l'égard de la ST.
- Présentation du modèle de DCT.
- Présentation des actions attendues des enseignants lors des activités mobilisant une DCT (techniques et procédés d'enseignement) et des élèves.
- Consultation de la documentation. Voir les documents acheminés par courriel.
- Préciser qu'une trousse de matériel pour chaque tâche sera remise aux enseignants pour faciliter la réalisation des activités et contribuer au contrôle des variables.
 - Prise de connaissance du contenu des trousse de matériel.
- Il sera possible d'évaluer ces tâches (pour consignation au bulletin). Des grilles d'évaluation sont prévues à cet effet. Voir les grilles d'évaluation.
- Questions ?

3. Formulaire de consentement et questionnaires

Formulaire de consentement

- Présentation du projet et du formulaire de consentement par la chercheuse.
- Retour des documents par le courrier interne.
- Envoi par courrier interne aux enseignants avant la rencontre.
- Questions ?

Questionnaire général

- Utilisé pour voir l'impact d'une DCT sur l'intérêt à long terme.
- Déjà expérimenté dans d'autres commissions scolaires.
- Prévoir environ 15 min pour chaque passation.
- Il sera à remplir par les participants trois fois pendant l'expérimentation :
 - Une 1^{re} fois avant de débiter;
 - Une 2^e fois avant le début de la 1^{re} tâche de conception;
 - Une 3^e fois, à la toute fin.
- Dire aux élèves de répondre spontanément.
- L'enseignant lit les questions pour les élèves, tous répondent donc aux questions en même temps.
- Les copies nécessaires pour votre classe vous seront remises par courrier interne.
- Dès que complétées, elles devront être retournées par courrier interne.

Questionnaire ponctuel

- Utilisé pour voir l'impact d'une DCT sur l'intérêt à court terme.
- Déjà expérimenté dans d'autres commissions scolaires.
- Prévoir environ 15 min pour chaque passation.
- Il sera à remplir à certains moments lors de la réalisation des tâches. Un calendrier vous sera acheminé.
- Dire aux élèves de répondre spontanément.
- L'enseignant lit les questions à choix de réponse pour les élèves, tous répondent donc aux questions en même temps.
- Les copies nécessaires pour votre classe vous seront remises par courrier interne.
- Dès que complétées, elles devront être retournées par courrier interne.

4. Conclusion

- Demander aux enseignants s'ils ont des questions auxquelles nous n'aurions pas répondu au cours de l'entretien.
- Rappel : ne pas hésiter à communiquer avec moi si vous avez des questions.

Merci encore de votre précieuse collaboration !

Nancy Brouillette

ANNEXE E

COMPTE-RENDU DE LA RENCONTRE D'INFORMATION AVEC LES ENSEIGNANTS DU SECONDAIRE

Notes – Rencontre en ligne avec les enseignants du secondaire

Compte-rendu de la rencontre d'information sur le projet de recherche de Nancy Brouillette

1. Introduction

- Remerciement aux enseignants participant au projet pour leur implication.
- Rappel du projet de recherche :
 - Recherche doctorale qui vise à étudier l'effet de la démarche de conception sur l'intérêt des élèves au 3^e cycle du primaire et au 1^{er} cycle du secondaire.
 - Projet qui s'inscrit dans les travaux de la Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST) – qui s'intéresse à l'intérêt des élèves à l'égard de la ST.
 - Travaux de cette recherche sont dirigés par Patrice Potvin de l'UQAM, co-directeur de cette chaire, et par Ghislain Samson de l'UQTR.
- Présentation du plan de la rencontre.
- Inviter les participants à poser des questions au cours de l'entretien.

2. Activités à réaliser

- Présentation des quatre tâches à réaliser en classe ainsi que du moment prévu (mois) pour les réaliser.

Groupes témoins		Groupes témoins	
Février	Mars/avril	Février	Mars/avril
Tâche de manipulation et analyse du fonctionnement	Atelier sur les machines simples + activité synthèse	Démarches de conception technologique (DCT)	
Concepts ST travaillés (PDA)			
<i>Tâche 1 : Le sismographe</i> (Tremblements de terre, forces et mouvements)	<i>Tâche 2 : Des tâches de toutes sortes !</i> (Machines simples, forces et mouvements)	<i>Tâche 3 : La machine à bonbons</i> (Machines simples, forces et mouvements)	<i>Tâche 4 : Le sismographe</i> (Tremblements de terre, forces et mouvements)

- Les tâches 3 et 4 demandent aux élèves de mobiliser une démarche de conception technologique (DCT). Les actions que vous poserez en classe sont susceptibles d'avoir un impact sur le soutien des élèves dans leur démarche et/ou sur l'intérêt des élèves à l'égard de la ST.
- Présentation du modèle de DCT.
- Présentation des actions attendues des enseignants lors des activités mobilisant une DCT (techniques et procédés d'enseignement) et des élèves.
- Consultation de la documentation. Voir les documents acheminés par courriel.
- Il sera possible d'évaluer ces tâches (pour consignation au bulletin). Des grilles d'évaluation sont prévues à cet effet. Voir les grilles d'évaluation.
- Questions ?

3. Formulaire de consentement et questionnaires

Formulaire de consentement

- Présentation du projet et du formulaire de consentement par la chercheuse.
- Retour des documents par le courrier interne.
- Envoi par courrier interne aux enseignants avant la rencontre.
- Questions ?

Questionnaire général

- Utilisé pour voir l'impact d'une DCT sur l'intérêt à long terme.
- Déjà expérimenté dans d'autres commissions scolaires.
- Prévoir environ 15 min pour chaque passation.
- Il sera à remplir par les participants deux fois pendant l'expérimentation :
 - Une 1^{re} fois avant de débiter;
 - Une 2^e fois, à la toute fin.
- Dire aux élèves de répondre spontanément.
- L'enseignant lit les questions pour les élèves, tous répondent donc aux questions en même temps.
- Les copies nécessaires pour votre classe vous seront remises par courrier interne.
- Dès que complétés, ils devront être retournés par courrier interne.

Questionnaire ponctuel

- Utilisé pour voir l'impact d'une DCT sur l'intérêt à court terme.
- Déjà expérimenté dans d'autres commissions scolaires.
- Prévoir environ 15 minutes pour chaque passation.
- Il sera à remplir à certains moments lors de la réalisation des tâches. Un calendrier vous sera acheminé.
- Dire aux élèves de répondre spontanément.
- L'enseignant lit les questions à choix de réponse pour les élèves, tous répondent donc aux questions en même temps.
- Les copies nécessaires pour votre classe vous seront remises par courrier interne.
- Dès que complétés, ils devront être retournés par courrier interne.

4. Conclusion

- Demander aux enseignants s'ils ont des questions auxquelles nous n'aurions pas répondu au cours de l'entretien.
- Rappel : ne pas hésiter à communiquer avec moi si vous avez des questions.

Merci encore de votre précieuse collaboration !

Nancy Brouillette

ANNEXE F

TÂCHE EXPÉRIMENTALE 1 POUR LE SECONDAIRE

L'incroyable machine à bonbons

Mise en situation :

Un distributeur de bonbons organise un concours afin de créer la machine à bonbons la plus loufoque possible. Dans le cadre de ton cours de science et technologie, tu participeras à ce concours et tu cours la chance de gagner un des nombreux prix.

Mandat :

Vous aurez à fabriquer un prototype de machine qui sera actionnée par un bonbon. À la suite de l'insertion d'un bonbon par l'ouverture supérieure et après une série de réactions en chaîne, un bonbon devra sortir par l'ouverture inférieure le plus rapidement possible.

Plus votre machine sera complexe, plus vous courez la chance d'être retenu pour la finale du concours.

Science et technologie

1^{er} cycle du secondaire

Cahier de l'élève

Ton nom : _____

Groupe : _____

CAHIER DES CHARGES

EN VUE DE LA CONCEPTION D'UNE INCROYABLE MACHINE À BONBONS

Fonction globale

La machine complexe doit permettre de faire sortir un bonbon préalablement inséré au-dessus du boîtier.

Au regard du *milieu humain*, le prototype devra :

- être facile d'utilisation;
- être actionné manuellement en relâchant un bonbon au point de départ de la machine;
- être sécuritaire pour l'utilisateur et les spectateurs;
- être facilement démontable pour tout rajustement ou réparation.

Au regard du *milieu physique*, le prototype devra :

- être fabriqué avec des matériaux résistants et adaptés aux conditions normales d'utilisation à l'intérieur d'une classe.

Au regard du *milieu technique*, le prototype devra :

- respecter les dimensions du boîtier, soit 45 cm de hauteur, 30 cm de largeur et 15 cm de profondeur;
- contenir au moins trois (3) actions différentes qui s'enchaîneront avant l'arrivée du bonbon;
- inclure au moins deux (2) différents types de mouvements;
- inclure un (1) levier ainsi que deux (2) des machines simples parmi les suivantes : plan incliné, roue, poulie ou treuil;
- afficher le nom de la machine et des membres de l'équipe.

Au regard du *milieu industriel*, le prototype devra :

- être entièrement réalisable dans un local de science et technologie du 1^{er} cycle du secondaire;
- être réalisé avec le matériel disponible, les matières mises à votre disposition ou des matériaux récupérés de la maison (ces matériaux ne doivent pas être préassemblés).

Note. – Dans la conception de ton prototype, tu devras tester **2 positions pour le point d'appui du levier**. À la fin de ton cahier, tu devras mentionner **quelle position du levier tu as choisie, et pourquoi**.

Liste des matériaux permis

Tu dois apporter une boîte de carton de la maison. Ton enseignant te donnera les dimensions maximales permises.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Bâton de café | <input type="checkbox"/> Petit contenant de yogourt (apporté de la maison) |
| <input type="checkbox"/> Billes | <input type="checkbox"/> Plateau de polystyrène (apporté de la maison) |
| <input type="checkbox"/> Bobine de fil (apporté de la maison) | <input type="checkbox"/> Poulie |
| <input type="checkbox"/> Carton | <input type="checkbox"/> Retaille de bois |
| <input type="checkbox"/> Clous | <input type="checkbox"/> Rouleau de papier (apporté de la maison) |
| <input type="checkbox"/> Contenant de compote ou contenant vide de pilules (apporté de la maison) | <input type="checkbox"/> Tige en bois pour brochette |
| <input type="checkbox"/> Élastique | <input type="checkbox"/> Tuyau de plexiglas |
| <input type="checkbox"/> Engrenage | <input type="checkbox"/> Ustensile en plastique |
| <input type="checkbox"/> Ficelle | <input type="checkbox"/> Verre en plastique ou en carton |
| <input type="checkbox"/> Goujon de bois | <input type="checkbox"/> Vis |
| <input type="checkbox"/> Paille | |
| <input type="checkbox"/> Petit contenant de lait/crème - pour café (apporté de la maison) | |

Pour utiliser d'autres matériaux, tu dois demander l'autorisation de l'enseignant.

Pour s'inspirer, visionnez les vidéos suivants :

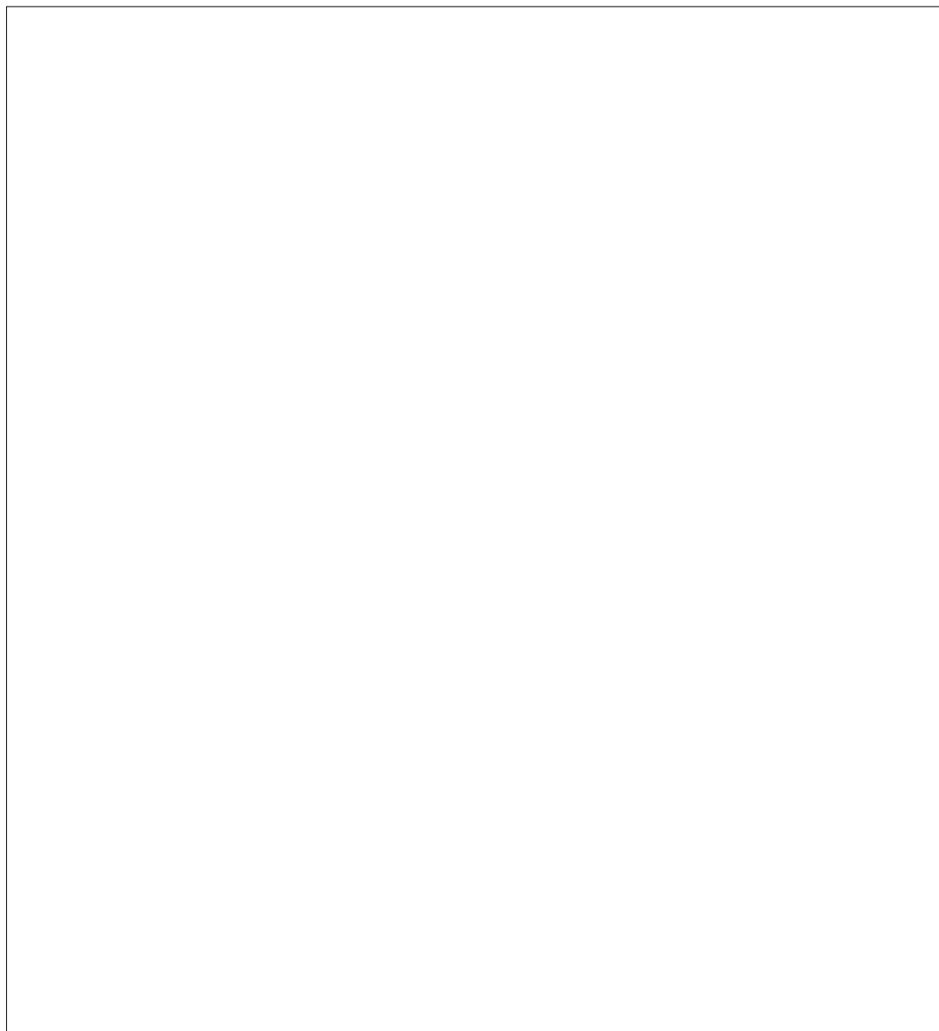
Pitagora Suichi, Funny and Incredible Rube Goldberg Machines,
<http://www.youtube.com/watch?v=wQGn4wTIFs4>

Algodo, contraption
<https://www.youtube.com/watch?v=s-SQwMtG4Pc>

Mikes marble machine
<https://www.youtube.com/watch?v=o49NPNjAZeo>

PLANIFICATION DE MA DÉMARCHE

Croquis :



Énumère la liste des matériaux et des outils dont tu auras besoin pour la conception de ton prototype.

Matériaux	Outils

RÉALISATION DE MA DÉMARCHE

MISES À L'ESSAI

Effectue plusieurs mises à l'essai. À la suite des mises à l'essai ou des difficultés rencontrées, indique et justifie les ajustements apportés à ton prototype. **Tes améliorations ou ajustements doivent porter sur les actions** (et non sur l'esthétisme, par exemple).

<p>Difficulté rencontrée lors de la mise à l'essai ou de la conception: _____</p> <p>_____</p> <p>Amélioration ou ajustement apportés :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

<p>Difficulté rencontrée lors de la mise à l'essai ou de la conception: _____</p> <p>_____</p> <p>Amélioration ou ajustement apportés :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

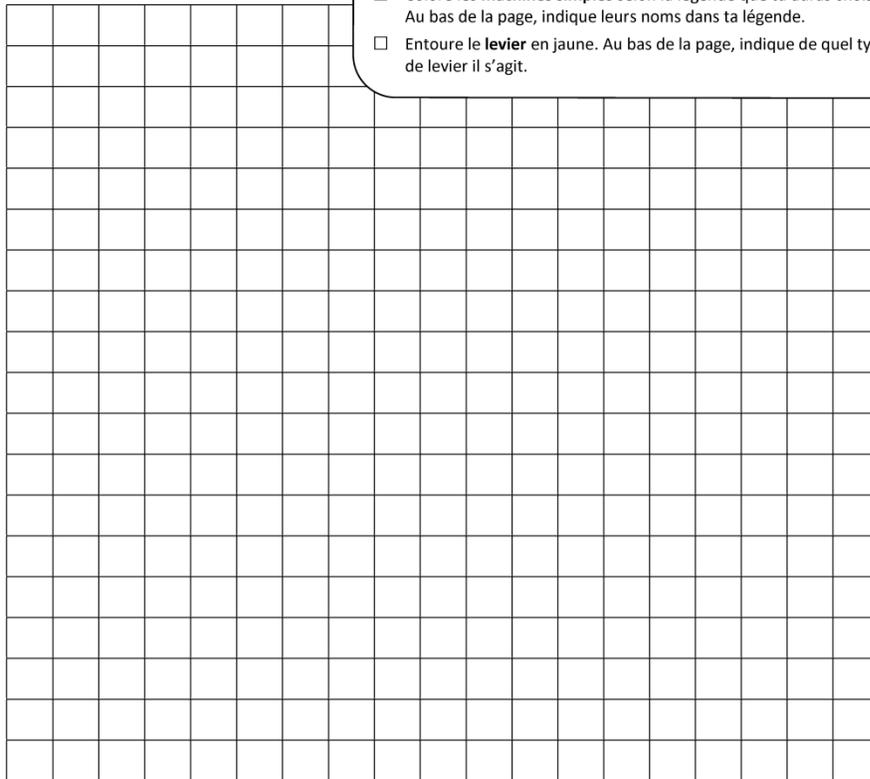
<p>Difficulté rencontrée lors de la mise à l'essai ou de la conception: _____</p> <p>_____</p> <p>Amélioration ou ajustement apportés :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRÉSENTATION DE NOTRE PROTOTYPE

SCHÉMA DE TA MACHINE

Représente par un schéma le fonctionnement de ton incroyable machine.

- À l'aide du symbole approprié, indique l'endroit ou les endroits où une **force** est appliquée pour faire avancer les bonbons.
- À l'aide des symboles appropriés, indique tous les **mouvements** exécutés lors de la mise en fonction de la machine (translation, rotation, hélicoïdal).
- Colore les **machines simples** selon la légende que tu auras choisie. Au bas de la page, indique leurs noms dans ta légende.
- Entoure le **levier** en jaune. Au bas de la page, indique de quel type de levier il s'agit.



Machines simples présentes (minimum de 3) :

- _____
- _____
- _____

- _____
- _____
- _____

Type de levier (entouré en jaune) : _____

RETOUR SUR LA CONCEPTION

1. À l'aide de la banque de mots suivante, explique le fonctionnement de ton incroyable machine à bonbons.

Banque de mots :

- force • mouvement de translation • mouvement de rotation • mouvement hélicoïdal •
- transmet le mouvement à ... • transforme le mouvement de ... en mouvement de ... •
- fait avancer • roule • monte • descend • tire • pousse • glisse •

On applique une force sur ...

2. Est-ce que ton prototype respecte toutes les contraintes du cahier des charges (page 2) ?

OUI

NON

Si oui, comment le prototype respecte-t-il les contraintes? Si non, indique quelles contraintes n'ont pas été respectées et explique pourquoi.

3. Propose et explique au moins deux améliorations que tu pourrais réaliser sur ton prochain prototype si tu en avais le temps (autre que l'esthétique).

Amélioration 1 : _____

Amélioration 2 : _____

4. Fais un croquis du levier pour les deux (2) positions que tu as mises à l'essai. Puis dis lequel a été retenu et justifie ton choix.

Croquis :

Levier avec point d'appui en position 1	Levier avec point d'appui en position 2
<input type="checkbox"/> Levier qui n'a pas été retenu <input type="checkbox"/> Levier qui a été retenu	<input type="checkbox"/> Levier qui n'a pas été retenu <input type="checkbox"/> Levier qui a été retenu

Justification :

ANNEXE G

TÂCHE EXPÉRIMENTALE 2 POUR LE SECONDAIRE

Ton nom : _____

Nom de ton coéquipier : _____

Le sismographe

As-tu déjà senti un tremblement de terre ? Si oui, tu sais que pendant une secousse sismique, tout ce qu'il y a autour de nous tremble.

L'appareil utilisé pour mesurer la force des secousses sismiques s'appelle un sismographe. De nos jours, les sismographes sont des appareils électroniques. Mais autrefois, ils fonctionnaient à l'aide de mécanismes simples, dont des machines simples.

Ton mandat : Construire une bande déroulante qui enregistrera des secousses sismiques simulées. Ta bande déroulante devra pouvoir s'insérer avec une base déjà existante que ton enseignante te présentera.

N. Brouillette, Cs. de l'Énergie, mars 2015, inspiré de Le sismographe, CDP, 2006.

Fonction globale

La bande déroulante doit permettre d'enregistrer les marques faites par le crayon qui bougera pendant une secousse.

Cahier des charges

Au regard du *milieu humain*, le prototype devra :

- Être facile d'utilisation;
- Être sécuritaire pour l'utilisateur;
- Être facilement démontable pour toute réparation et tout ajustement.

Au regard du *milieu physique*, le prototype devra :

- Être fabriqué avec des matériaux résistants et adaptés aux conditions normales d'utilisation à l'intérieur d'une classe.

Au regard du *milieu technique*, le prototype devra :

- S'adapter à la base déjà existante du sismographe (modèles disponibles en tout temps au bureau de ton enseignante);
- Avoir une largeur maximale de 130 mm et une longueur maximale de 540 mm;
- Posséder un mécanisme qui guide le papier;
- Permettre de changer facilement le papier;
- Être actionné manuellement en utilisant ou non une manivelle;
- Être stable sur une surface plane;
- Inclure au moins deux (2) types différents de mouvements;
- Inclure des poulies et/ou des roues dentées et/ou un treuil;
- Afficher le nom des membres de l'équipe.

Au regard du *milieu industriel*, le prototype devra :

- Être entièrement réalisable dans un local de science et technologie du 1^{er} cycle du secondaire;
- Être réalisé avec le matériel disponible, les matières mises à votre disposition ou des matériaux récupérés de la maison (ces matériaux ne doivent pas être préassemblés).



Reformule dans tes mots le problème à résoudre.

Partage ta réponse avec les élèves de la classe.

PLANIFICATION DE MA DÉMARCHE**Matériaux**

Note les matériaux dont tu auras besoin

Mise en œuvre d'une démarche appropriée

Planification du travail

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

Croquis

Fais des croquis pour ton prototype de bande déroulante. Observe les exemples d'objets que te présente ton enseignant pour t'inspirer. Partage tes idées avec ton équipe.

- Tu dois dessiner les flèches de forces et de mouvements.
- Pointe et nomme la ou les machines simples présentes.

Mise en œuvre d'une démarche appropriée

Planification du travail

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

Fais approuver ta démarche par ton enseignante ou ton enseignant avant de faire la conception de ton prototype.

Autorisation de réaliser la démarche proposée : _____
Signature de l'enseignante ou de l'enseignant

RÉALISATION DE MA DÉMARCHE

Réalise la démarche que tu as planifiée.

Pense à expliquer :

- Les **problèmes** que tu as rencontrés;
- Les **solutions** auxquelles tu as pensé pour résoudre ces problèmes.

Problème rencontré :
Solution :

Problème rencontré :
Solution :

Problème rencontré :
Solution :

Mise en œuvre d'une démarche appropriée					
Réalisation de la démarche					
Réajustement de la démarche, au besoin	A	B	C	D	E

PRÉSENTATION DE MON PROTOTYPE

1. Fais le schéma final de ton prototype.

- Indique les flèches de **forces et de mouvements** (rotation, translation, hélicoïdal) pour expliquer comment fonctionne ta bande déroulante.
- Identifie les **matériaux** que tu as utilisés. Tu peux te servir d'une légende pour faciliter la compréhension (crayons de couleur).
- Pointe et nomme **les machines simples présentes**.

Schéma du prototype final

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Utilisation de la terminologie, des règles et des conventions propres à la science et à la technologie	A	B	C	D	E

2. À l'aide de la banque de mots suivante, explique le fonctionnement de la bande déroulante. Tu n'as pas à utiliser nécessairement tous les mots.

Banque de mots :

• force • mouvement de translation • mouvement de rotation • mouvement hélicoïdal • transmet le mouvement à ... • transforme le mouvement de ... en mouvement de ...

• fait avancer • avance • guide • roule • monte • descend • tire • pousse • glisse • poulie • roue dentée • treuil • bande de papier •

On applique une force sur ...

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

3. Est-ce que ton prototype respecte toutes les contraintes du cahier des charges ? Si oui, comment le prototype respecte-t-il les contraintes ? Si non, indique quelles contraintes n'ont pas été respectées et explique pourquoi?

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

Remets ton prototype à ton enseignant. Il placera les prototypes qui ont un fonctionnement similaire ensemble. Vous devrez l'aider à classer votre prototype au bon endroit. Ce classement vous servira pour répondre aux questions suivantes.

4. Quelles modifications ou quels ajustements pourrais-tu apporter à ton prototype pour qu'il soit plus efficace ?

Donne des exemples concrets de ce que tu pourrais faire en identifiant clairement l'action à accomplir et/ou le matériau à utiliser.

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

5. Comparez votre prototype à celui d'une autre équipe et décrivez les avantages mécaniques de chacun. **Lequel demande le moins de force pour fonctionner ? Pourquoi ?**

Noms des élèves de l'équipe pour comparaison du prototype	

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

ANNEXE H

TÂCHE TÉMOIN 1 POUR LE SECONDAIRE

Ton nom : _____

Nom de ton coéquipier : _____

Des tâches de toutes sortes

Juliette et Maxime ont chacun une cabane dans un arbre depuis longtemps. Ce qui est chouette, c'est que les arbres qu'ils ont choisis sont près l'un de l'autre. Durant les vacances de la semaine de relâche, ils ont un super projet : améliorer leurs cabanes en leur ajoutant quelques commodités !

Voici une liste d'actions qu'ils aimeraient être en mesure de réaliser dans ou autour de leurs cabanes.

- ✓ Envoyer un message secret à la cabane de l'autre.
- ✓ **Faire monter de la nourriture dans leurs cabanes** sans qu'ils aient à la transporter avec eux en montant dans l'arbre.
- ✓ Transporter des boîtes lourdes dans leurs cabanes sans les soulever - pour qu'ils ne se fatiguent pas trop !
- ✓ Faire monter une auto téléguidée dans une cabane sans utiliser une poulie ou un treuil.
- ✓ Se faire une balançoire près de leurs arbres.
- ✓ Doter les cabanes de charmants rideaux. Les rideaux seront fixés avec des clous.

Pour chacune de ces actions, Juliette et Maxime ont pensé à une idée de machine simple qui pourrait leur permettre cette liste d'action. Tu devras découvrir quelles sont ces machines simples !

Mais avant, tu auras à faire des ateliers te permettant de mieux connaître les machines simples qu'ils pourraient exploiter. Bon travail !

Atelier d'identification de machines simples présentes dans des objets et des images

Remplis le tableau suivant en réalisant les ateliers.

Poste	Machines simples	Objets	Images	Fonction de ce type de machine simple
1				
2				
3				
4				
5				

Ateliers de manipulation de machines simples

Poste 1 : Le levier

- a. Soulève une charge de la façon illustrée à chacun des postes.
Qu'observes-tu ?
 - Entoure la situation où tu dois fournir **le plus** de force. De quel type de levier s'agit-il ?
 - Mets une étoile à côté de celle pour laquelle tu forces **le moins**. De quel type de levier s'agit-il ?
- b. Fais un schéma pour illustrer les trois types de leviers.
 - Indique où se situent le point d'appui (P), la force appliquée (F) et la charge (C).

Station 1 :

Station 2 :

Station 3 :

Poste 2 : Le plan incliné

Est-ce avec une pente faible ou grande que tu pourras faire avancer un livre en appliquant le moins de force ?

- a. Fais ton hypothèse.

Selon nous, _____

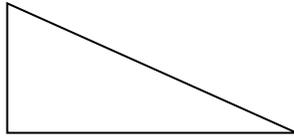
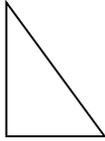
parce que _____

- b. Rédige un bref protocole pour tester ton hypothèse. (Numérote tes étapes.)

- c. Note tes observations.

- d. Réalise ta conclusion. (Retour sur ton hypothèse.)

e. Réponds aux 2 questions suivantes :



❶ Si tu dois transporter quelque chose avec un chariot sur une de ces deux rampes d'accès, laquelle des deux choisiras-tu et pourquoi ?

* Dans ta justification, parle d'un avantage et d'un désavantage de cette rampe.

❷ Si tu souhaites faire de la planche à roulettes, quelle rampe choisiras-tu de descendre et pourquoi ?

* Dans ta justification, parle d'un avantage et d'un désavantage de cette rampe.

Poste 3 : La roue

1. Nomme toutes les machines simples sur l'illustration au poste 3.

2. Explique comment ils procédaient pour monter de lourdes charges.

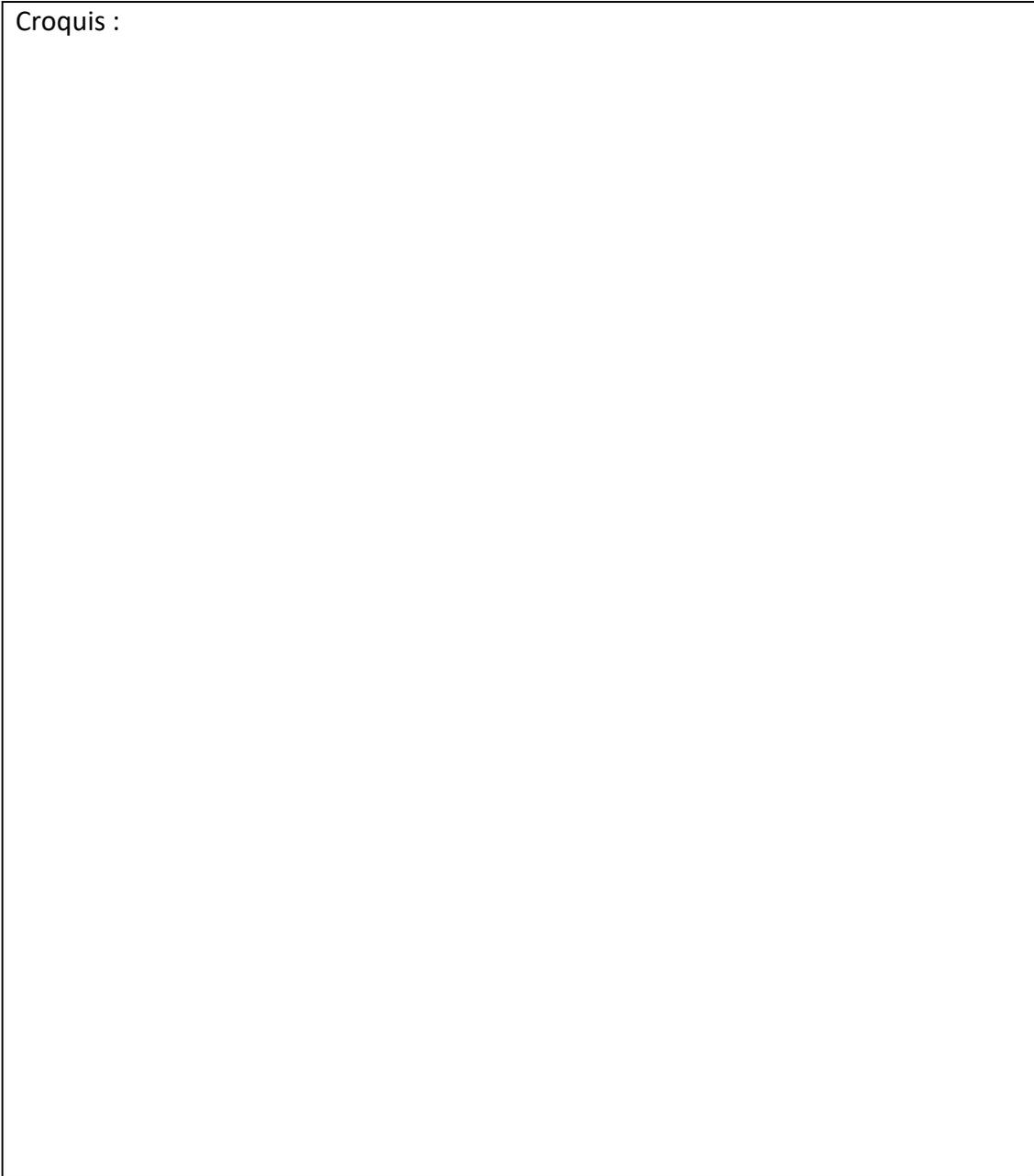
- Dans ta réponse, nomme les deux (2) machines simples impliquées.

3. Observe la voiture jouet qui t'est remise.

Dans ton cahier, réalise un croquis de la voiture jouet.

- Indique par des flèches la force qui serait appliquée sur l'objet pour le faire avancer (manuellement, à l'aide d'une poussée de la main).
- Indique aussi les flèches de mouvements qui en résultent.

Croquis :



Poste 4 : La poulie

Attache un objet assez lourd (ex. : livre) à une corde. Dispose un bâton de hockey soutenu à chaque extrémité par une chaise. Ce montage sera le support de la poulie.

* Consulte le référentiel pour les explications détaillées pour le montage des poulies.

1. Avec une seule poulie, quel est l'angle avec lequel tu pourras soulever le livre en appliquant le moins de force possible ?

- a. Note tes observations.

2. Est-ce plus facile de soulever le livre avec une ou deux poulies ?

- b. Fais ton hypothèse.

Selon nous, _____

parce que _____

- c. Note tes observations.

- d. Réalise ta conclusion. (Retour sur ton hypothèse.)

Les machines simples auxquelles Juliette et Maxime ont pensé.

Pour chacune des actions que les deux amis souhaitent réaliser dans ou autour de leurs cabanes :

- Relis l'action à réaliser.
- Lis la description de la machine simple à laquelle ils ont pensé.
- Écris le nom de la machine simple qui a été décrite.

Banque de réponses : treuil – coin - levier – roue – poulie – plan incliné

Action	1. Envoyer un message à la cabane de l'autre.
Description de la machine simple	Sur le bord d'une fenêtre dans chacune des cabanes, ils fixeront une roue à gorge. Ils ont trouvé une longue corde dans le garage des parents de Juliette. Les amis feront passer cette corde dans la gorge de chacune des roues puis feront un nœud. Ensuite, pour s'envoyer des messages, ils fixeront un papier à la corde et tireront dessus pour acheminer la missive chez leur ami. Ingénieux, n'est-ce pas ?
Nom de la machine simple	

Action	2. Faire monter de la nourriture dans leurs cabanes sans qu'ils aient à la transporter avec eux en montant dans l'arbre.
Description de la machine simple	Voici ce qu'ils ont pensé utiliser cette fois : un autre long bout de corde, un vieux tambour muni d'une manivelle et une chaudière. Le plan ? 1. Attacher la corde à la poignée de la chaudière. 2. Fixer le tambour dans une cabane. 3. Attacher l'autre bout de la corde au tambour. 4. Faire tourner la manivelle (la corde s'enroule autour du tambour). 5. Récupérer les aliments et savourer !
Nom de la machine simple	

Action	3. Transporter des boîtes lourdes dans leurs cabanes sans les soulever – pour qu'ils ne se fatiguent pas trop !
Description de la machine simple	Maxime a récupéré les roulettes d'une poussette qui n'était plus utilisée chez lui. Il les a fixées sur une planche de bois carrée. Pour s'en servir, il compte mettre les objets lourds sur ce montage et pousser dessus. Il se dit que de cette façon, on forcera moins pour déplacer les objets lourds.
Nom de la machine simple	

Action	4. Faire monter une auto téléguidée dans une cabane sans utiliser une poulie ou un treuil.
Description de la machine simple	Pour faire monter dans sa cabane son auto téléguidée, Juliette compte se servir d'une longue planche de bois. Une de ses extrémités touchera au sol, et l'autre, à la porte d'entrée de sa cabane. La planche sera déposée en angle avec le sol.
Nom de la machine simple	

Action	5. Se faire une balançoire près de leurs arbres.
Description de la machine simple	Lorsqu'ils n'utiliseront pas la planche pour faire monter l'auto téléguidée de Juliette, les amis s'en serviront comme balançoire. Ils ont pensé utiliser une vieille souche d'arbre près de leur cabane, haute d'environ 75 cm. Ils déposeront la planche de bois dessus. Ensuite, chacun s'assoira à une extrémité et ils pourront se balancer en se donnant des élans à tour de rôle.
Nom de la machine simple	

Action	6. Doter les cabanes de charmants rideaux. Les rideaux seront fixés avec des clous.
Description de la machine simple	Ils vont utiliser un <u>clou</u> pour fixer les rideaux et un <u>marteau</u> pour taper sur le clou. De quelles machines simples s'agit-il ?
Nom de la machine simple	Clou : Marteau :

ANNEXE I

TÂCHE TÉMOIN 2 POUR LE SECONDAIRE

Ton nom : _____

Nom de ton coéquipier : _____

Le sismographe

Un mandat spécial pour toi...

Un groupe de loisirs de ta région commence à planifier ses activités pour leur camp d'été. Ils veulent présenter des activités originales et variées aux jeunes qui seront à leur camp. Un des animateurs a pensé qu'ils pourraient faire construire aux jeunes plusieurs appareils de mesure scientifiques, dont un sismographe artisanal.

Ils ont déjà décidé comment serait la base du sismographe et le crayon qui servira à enregistrer les secousses simulées. Par contre, ils ne s'entendent pas sur certains choix.

DÉSACCORD 1 : *Un ressort ou un goujon de bois ?* – Un animateur croit que ce qui est le mieux pour faire tenir le contenant central est un ressort. Un autre dit qu'un goujon de bois serait beaucoup mieux, car ça sera plus solide.

1. Quel est ton avis ? Écris ce que tu crois être le meilleur choix et explique pourquoi.

DÉSACCORD 2 : Les animateurs ne s'entendent pas sur le modèle de bande déroulante à proposer aux élèves. Ils ont construit quatre prototypes de bandes défilantes et ne savent pas lequel choisir.

Ils aimeraient que tu leur dises à ton avis lequel serait le plus efficace et pourquoi.

1. Voici un schéma d'un des prototypes. Sur le schéma :

- Indique les **flèches de forces et de mouvements** (rotation, translation, hélicoïdal) pour expliquer comment fonctionne la bande déroulante.
- Pointe et nomme **les machines simples présentes**.

Prototype 2



Ton enseignant va t'attirer un modèle de sismographe.

Note quel est son numéro : _____

2. À l'aide de la banque de mots suivante, explique le fonctionnement de la bande déroulante qui t'a été assignée. Tu n'as pas à utiliser nécessairement tous les mots. Tu peux te référer au prototype ou à la photo de ce prototype.

Banque de mots :

- force • mouvement de translation • mouvement de rotation • mouvement hélicoïdal • transmet le mouvement à ... • transforme le mouvement de ... en mouvement de ...
- fait avancer • avance • guide • roule • monte • descend • tire • pousse • glisse
- poulie • roue dentée • treuil • bande de papier •

On applique une force sur ...

Retour en grand groupe : Écoute les autres équipes expliquer le fonctionnement des trois autres prototypes. Ces informations te seront utiles pour faire tes recommandations aux animateurs du camp d'été.

Tes recommandations

3. À la lumière des informations que tu as recueillies, dis quel prototype tu recommandes aux animateurs du camp d'été. Justifie ta recommandation en abordant les avantages mécaniques du prototype choisi en comparaison avec les autres.

Garde en tête que tu dois expliquer :

Quel prototype demande le moins de force pour fonctionner ? Pourquoi ?

Tu peux aussi aborder des aspects pratiques, par exemple la facilité à changer le papier ou à l'enrouler.

Numéro du prototype que je recommande _____

Justification :

Les animateurs te disent merci ! 😊

ANNEXE J

TÂCHE TÉMOIN 1 POUR LE PRIMAIRE

Ton nom : _____

Nom de ton coéquipier : _____

Des tâches de toutes sortes

Juliette et Maxime ont chacun une cabane dans un arbre depuis longtemps. Ce qui est chouette, c'est que les arbres qu'ils ont choisis sont près l'un de l'autre. Durant les vacances de la semaine de relâche, ils ont un super projet : améliorer leurs cabanes en leur ajoutant quelques commodités !

Voici une liste d'actions qu'ils aimeraient être en mesure de réaliser dans ou autour de leurs cabanes.

- ✓ Envoyer un message secret à la cabane de l'autre.
- ✓ **Faire monter de la nourriture dans leurs cabanes** sans qu'ils aient à la transporter avec eux en montant dans l'arbre.
- ✓ Transporter des boîtes lourdes dans leurs cabanes sans les soulever - pour qu'ils ne se fatiguent pas trop !
- ✓ Faire monter une auto téléguidée dans une cabane sans utiliser une poulie ou un treuil.
- ✓ Se faire une balançoire près de leurs arbres.
- ✓ Doter les cabanes de charmants rideaux. Les rideaux seront fixés avec des clous.

Pour chacune de ces actions, Juliette et Maxime ont pensé à une idée de machine simple qui pourrait leur permettre cette liste d'action. Tu devras découvrir quelles sont ces machines simples !

Mais avant, tu auras à faire des ateliers te permettant de mieux connaître les machines simples qu'ils pourraient exploiter. Bon travail !

Atelier d'identification de machines simples présentes dans des objets et des images

1^{er} bloc d'observation et de manipulation :

Postes	Observations
1 - levier (1)	
2 - levier (2)	
3 - plan incliné	
4 - poulie	
5 - roue	
6 - coin	

2^e bloc d'observation et de manipulation :

Remplis le tableau suivant en réalisant les ateliers.

Poste	Machines simples	Objets	Images	Fonction de ce type de machine simple
1				
2				
3				
4				
5				

Les machines simples auxquelles Juliette et Maxime ont pensé.

Pour chacune des actions que les deux amis souhaitent réaliser dans ou autour de leurs cabanes :

- Relis l'action à réaliser.
- Lis la description de la machine simple à laquelle ils ont pensé.
- Écris le nom de la machine simple qui a été décrite.

Banque de réponses : treuil – coin - levier – roue – poulie – plan incliné

Action	1. Envoyer un message à la cabane de l'autre.
Description de la machine simple	Sur le bord d'une fenêtre dans chacune des cabanes, ils fixeront une roue à gorge. Ils ont trouvé une longue corde dans le garage des parents de Juliette. Les amis feront passer cette corde dans la gorge de chacune des roues puis feront un nœud. Ensuite, pour s'envoyer des messages, ils fixeront un papier à la corde et tireront dessus pour acheminer la missive chez leur ami. Ingénieux, n'est-ce pas ?
Nom de la machine simple	

Action	2. Faire monter de la nourriture dans leurs cabanes sans qu'ils aient à la transporter avec eux en montant dans l'arbre.
Description de la machine simple	Voici ce qu'ils ont pensé utiliser cette fois : un autre long bout de corde, un vieux tambour muni d'une manivelle et une chaudière. Le plan ? 1. Attacher la corde à la poignée de la chaudière. 2. Fixer le tambour dans une cabane. 3. Attacher l'autre bout de la corde au tambour. 4. Faire tourner la manivelle (la corde s'enroule autour du tambour). 5. Récupérer les aliments et savourer !
Nom de la machine simple	

Action	3. Transporter des boîtes lourdes dans leurs cabanes sans les soulever – pour qu'ils ne se fatiguent pas trop !
Description de la machine simple	Maxime a récupéré les roulettes d'une poussette qui n'était plus utilisée chez lui. Il les a fixées sur une planche de bois carrée. Pour s'en servir, il compte mettre les objets lourds sur ce montage et pousser dessus. Il se dit que de cette façon, on forcera moins pour déplacer les objets lourds.
Nom de la machine simple	

Action	4. Faire monter une auto téléguidée dans une cabane sans utiliser une poulie ou un treuil.
Description de la machine simple	Pour faire monter dans sa cabane son auto téléguidée, Juliette compte se servir d'une longue planche de bois. Une de ses extrémités touchera au sol et l'autre, à sa porte d'entrée de sa cabane. La planche sera déposée en angle avec le sol.
Nom de la machine simple	

Action	5. Se faire une balançoire près de leurs arbres.
Description de la machine simple	Lorsqu'ils n'utiliseront pas la planche pour faire monter l'auto téléguidée de Juliette, les amis s'en serviront comme balançoire. Ils ont pensé utiliser une vieille souche d'arbre près de leur cabane, haute d'environ 75 cm. Ils déposeront la planche de bois dessus. Ensuite, chacun s'assoira à une extrémité et ils pourront se balancer en se donnant des élans à tour de rôle.
Nom de la machine simple	

Action	6. Doter les cabanes de charmants rideaux. Les rideaux seront fixés avec des clous.
Description de la machine simple	Ils vont utiliser un <u>clou</u> pour fixer les rideaux et un <u>marteau</u> pour taper sur le clou. De quelles machines simples s'agit-il ?
Nom de la machine simple	Clou : Marteau :

ANNEXE K

TÂCHE TÉMOIN 2 POUR LE PRIMAIRE

Ton nom : _____

Nom de ton coéquipier : _____

La niche de Zelda

Il fait bien froid dehors ces jours-ci et on aimerait construire une niche pour que Zelda le chien puisse se réchauffer. Pour ce faire, la propriétaire de Zelda aimerait avoir ton avis. Quels matériaux devrait-elle utiliser pour conserver la chaleur dans la niche ?

Pour t'aider à lui répondre, tu auras d'abord à réaliser quelques tâches. Par la suite, tu pourras lui remettre ton rapport.

Elle a bien hâte de te lire !

Connais-tu des matériaux ou des objets utilisés pour garder une boisson ou un aliment au frais ou les conserver chauds le plus longtemps possible ? Si oui, lesquels ?

Pour les objets mentionnés, comment se fait-il qu'ils gardent une boisson ou un aliment au frais ou les conservent chauds longtemps ?

Nomme des façons que les humains ont trouvées afin de se protéger du froid ou de la chaleur.

Quels moyens les animaux utilisent-ils pour se protéger du froid ou de la chaleur ?

Mes observations

Après la présentation des matériaux que tu peux utiliser pour faire tes tests, prends le temps de les observer et les manipuler.

Note tes observations pour au moins 5 matériaux dans le tableau suivant.

Nom du matériau observé	Dessin (observation des matériaux vus avec un fort grossissement)	Description (ex. : texture, sensation de chaud ou de froid, malléabilité, résistance, etc.)
Aluminium		
Coton		
Laine		
Papier ciré		
Papier essuie-tout		

Nom du matériau observé	Dessin (observation des matériaux vus avec un fort grossissement)	Description (ex. : texture, sensation de chaud ou de froid, malléabilité, résistance, etc.)
Papier journal		
Plastique		
Plume		
Polyester		
Polystyrène		

Protocole

Voici le protocole que tu dois suivre pour faire tes tests.

1. Prends une 1^{re} lecture de la température du thermomètre.
2. Entoure un thermomètre du matériau à tester afin d'en avoir 1 cm de diamètre autour du thermomètre.
3. Mets le thermomètre entre 2 glaces pendant 2 minutes.
4. Prends à nouveau la lecture du thermomètre.

Tableau des résultats

Avant de réaliser tes tests, préparez en grand groupe votre tableau des résultats.

- Quelles données devons-nous noter ?
- Quelles seront les unités de mesure ?

IMPORTANT : Tu dois tester au moins trois matériaux différents.

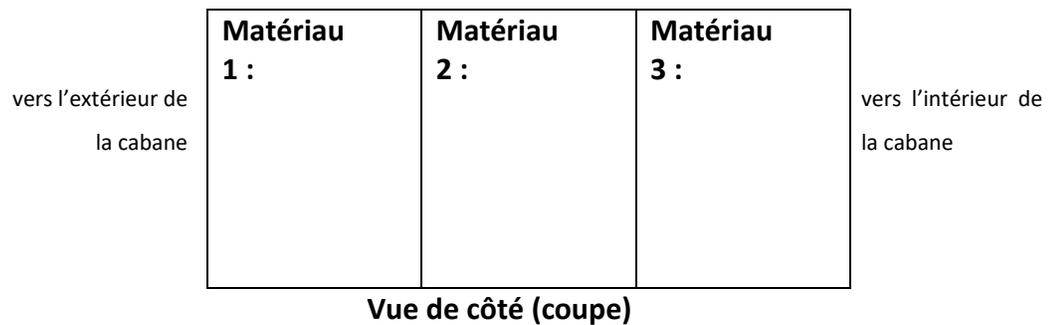
Les résultats de toutes les équipes seront mis en commun lorsque les équipes auront terminé les tests.

Le rapport pour la propriétaire du chien Zelda

Bonjour madame,

Voici nos recommandations concernant les matériaux que nous vous suggérons pour isoler la niche de Zelda.

D'abord, voici le nom des trois matériaux que nous vous suggérons et un croquis pour vous expliquer dans quel ordre nous vous proposons de les disposer.



Voici les détails à propos du choix de chacun de ces matériaux.

Matériau 1 (le plus vers l'extérieur)		
Échantillon	Dessin (agrandissement X 200)	Justification de notre choix

Matériau 2 (celui au centre)		
Échantillon	Dessin (agrandissement X 200)	Justification de notre choix

Matériau 3 (le plus vers l'intérieur)		
Échantillon	Dessin (agrandissement X 200)	Justification de notre choix

En espérant que ce rapport puisse vous aider.

Bien vôtre,

Signature

ANNEXE L

TÂCHE EXPÉRIMENTALE 1 POUR LE PRIMAIRE

Ton nom : _____

Nom de ton coéquipier : _____

Colis express

Vite ! Le temps presse ! Monsieur Carré veut accorder un permis à une équipe qui aura développé un **système qui permettra à des colis de se déplacer le plus rapidement possible**. Monsieur Carré souhaite avoir deux soumissions différentes.

Collectivement, vous devrez réaliser deux prototypes de ce système. Pour ce faire, la classe sera divisée en deux sous-groupes : le **sous-groupe A** et le **sous-groupe B**. Monsieur Carré souhaite que chaque sous-groupe réalise un système qui contiendra obligatoirement les machines simples suivantes : **la roue, le levier, le plan incliné, la poulie OU le treuil**.

Dans chaque sous-groupe, vous travaillerez en équipes de 2. Chaque équipe sera responsable d'une portion du parcours. Attention, assurez-vous dans chaque sous-groupe d'avoir minimalement les machines simples demandées par monsieur Carré.

La distance du trajet que votre colis aura à parcourir sera de 5 mètres.

Bon travail ! 😊

Cahier des charges

Votre portion de parcours doit :

- Permettre de faire avancer un colis carré (dé) en le touchant le moins possible;
- Contenir au moins deux machines simples;
- Entrer dans un espace de 75 cm x 75 cm;
- Être assez résistante pour être déplacée;
- Être fabriquée à partir de matériaux recyclés ou apportés de la maison (avec autorisation de tes parents et de ton enseignant);
- Être sécuritaire pour vous et pour les autres élèves.



**Reformule dans tes mots le problème à résoudre.
Partage ta réponse avec les élèves de la classe.**

PLANIFICATION DE MA DÉMARCHE**Matériaux**

Note les matériaux dont vous aurez besoin

Mise en œuvre d'une démarche appropriée

Planification du travail	A	B	C	D	E
--------------------------	---	---	---	---	---

Croquis

Fais le croquis d'idées pour ton prototype. Partage tes idées avec ton équipe.

- Tu peux identifier certains matériaux pour aider à mieux comprendre ton croquis. Tu peux aussi utiliser une légende pour faciliter la compréhension.
- **IMPORTANT** : Tu dois dessiner les flèches de **forces et de mouvements**.

Mise en œuvre d'une démarche appropriée					
Planification du travail	A	B	C	D	E

Fais approuver ta démarche par ton enseignante ou ton enseignant avant de faire la conception de ton prototype.

Autorisation de réaliser la démarche proposée : _____
 Signature de l'enseignante ou de l'enseignant

RÉALISATION DE MA DÉMARCHE

Réalise la démarche que tu as planifiée.

Pense à expliquer :

- Les **problèmes** que tu as rencontrés;
- Les **solutions** auxquelles tu as pensé pour résoudre ces problèmes.

Problème rencontré :
Solution :

Problème rencontré :
Solution :

Problème rencontré :
Solution :

Mise en œuvre d'une démarche appropriée					
Réalisation de la démarche	A	B	C	D	E
Réajustement de la démarche, au besoin					

PRÉSENTATION DE MON PROTOTYPE

- Fais le schéma de votre portion de parcours.
 - Indique les flèches de **forces et de mouvements** (rotation, translation) pour expliquer comment voyage la balle dans votre portion de parcours.
 - Identifie les **matériaux** que tu as utilisés. Tu peux te servir d'une légende pour faciliter la compréhension (crayons de couleur).
 - Pointe et nomme **la ou les machine(s) simple(s) présente(s)** dans votre portion de parcours. Indique combien il y a de machine(s) simple(s) dans votre portion de parcours.

Schéma de la portion de parcours que vous avez réalisée
Nombre de machines simples présentes : _____

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Utilisation de la terminologie, des règles et des conventions propres à la science et à la technologie	A	B	C	D	E

- Ton prototype répond-il au cahier des charges ? Explique pourquoi en te référant à sa **fabrication** ou aux **matériaux que tu as utilisés**. Tu peux aussi te référer à la page 1 pour justifier ta réponse.

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

3. Quelles modifications ou quels ajustements pourrais-tu apporter à ton prototype pour qu'il soit plus efficace ?

Donne des **exemples concrets** de ce que tu pourrais faire en identifiant clairement l'action à accomplir et/ou le matériau à utiliser.

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

ANNEXE M

TÂCHE EXPÉRIMENTALE 2 POUR LE PRIMAIRE

Ton nom : _____

Nom de ton coéquipier : _____

La maison du Mr Freeze TM

Présentement il fait froid, mais bientôt le printemps reviendra et tu dois être prêt ! Pour célébrer le retour du beau temps et de la chaleur, nous ferons une petite sortie à l'extérieur. Lors de notre promenade, nous allons prendre une collation spéciale : un Mr. Freeze ! Mais nous ne voulons pas qu'il fonde en chemin... Il faut trouver une solution !

L'option que nous prendrons sera de construire nous-mêmes de petites glacières qui conserveront les Mr. Freeze gelés le plus longtemps possible. Ce sera notre défi ! Pour construire une glacière, il y a plusieurs solutions possibles... Et il faudra faire un choix efficace.

Ta glacière devra répondre à certains critères présentés dans le cahier des charges.

Cahier des charges

Ton prototype devra :

- Conserver un glaçon gelé le plus longtemps possible;
- Pouvoir s'ouvrir et se refermer sans se briser;
- Être muni d'un mécanisme qui doit empêcher la glacière de s'ouvrir si l'on ne le désire pas;
- Avoir une poignée pour faciliter le transport;
- Être résistant;
- Être de dimensions adéquates pour entrer dans la boîte témoin;
- Être construit avec les matériaux disponibles en classe ou apportés de la maison (avec approbation de tes parents et de ton enseignante ou enseignant).



- Reformule dans tes mots le problème à résoudre.
- Partage ta réponse avec les élèves de la classe.

Formation suprarégionale en évaluation, science et technologie - primaire
Direction de l'évaluation / MELS / février 2011_mis à jour mars 2014

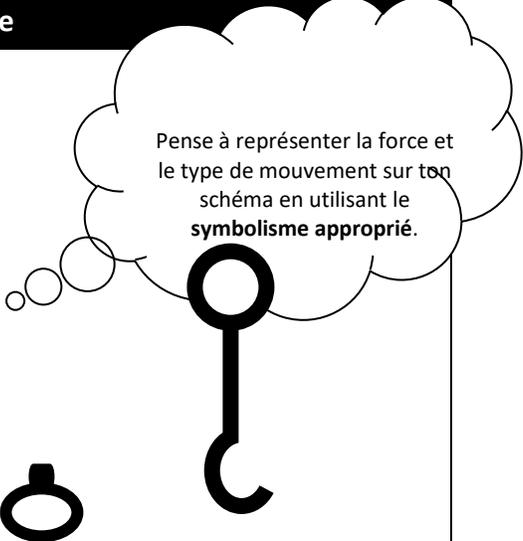
1. Adaptation de la SAE du même titre, produite par mesdames Julienne Lepage, Julie Vassivière et Josette Marquis, enseignantes, Nathalie Grégoire, conseillère pédagogique, Groupe coopératif de la région de Laval, des Laurentides et de Lanaudière, en collaboration avec les Commissions scolaires de la Pointe-de-l'Île et Marguerite-Bourgeoys, ainsi que monsieur Marcel Thouin (2003).

Observation de mécanismes permettant de garder une porte fermée

Chacun de ces objets permet de garder une porte fermée lorsqu'on le souhaite.

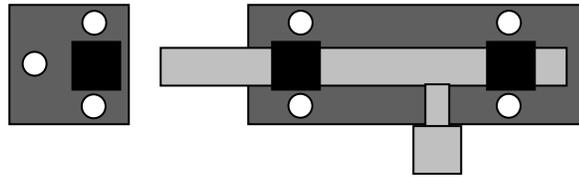
D'abord, observe comment fonctionne chacun de ces objets, puis remplis le tableau qui lui est associé.

- Dessine une flèche qui représente un endroit où on peut appliquer une force afin de fermer le mécanisme;
- Nomme le type de mouvement produit (en translation ou en rotation) et représente-le sur ton schéma (symbolisme approprié).

Crochet de porte	
	<p>Schéma :</p> 
	<p>Type de mouvement :</p>

Targette de porte

Schéma :



Types de mouvements :

PLANIFICATION DE MA DÉMARCHE

Croquis

Fais le croquis d'idées pour ton prototype. Partage tes idées avec ton équipe.

- Indique **approximativement** les dimensions (hauteur, longueur, largeur) pour chacune des pièces de ton prototype (ex. : boîte, mécanisme de fermeture, poignée).
- Pour nous aider à mieux comprendre ton croquis, nomme les matériaux que tu prévois utiliser (ex. : morceau de coton, verre en polystyrène, etc.) et d'autres éléments de ton croquis au besoin (ex. : élastique).
- Sur le mécanisme qui sert à garder ta glacière fermée et en utilisant le symbolisme approprié (page 6) :
 - Indique où on doit appliquer la **force** qui permettra d'ouvrir ou de fermer ta glacière;
 - Indique s'il s'agit d'un **mouvement en translation ou en rotation**.

Mise en œuvre d'une démarche appropriée

Planification du travail

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

RÉALISATION DE MA DÉMARCHE

Réalise la démarche que tu as planifiée.

Pense à expliquer :

- Les **problèmes** que tu as rencontrés;
- Les **solutions** auxquelles tu as pensé pour résoudre ces problèmes.

Problème rencontré :
Solution :

Problème rencontré :
Solution :

Problème rencontré :
Solution :

Mise en œuvre d'une démarche appropriée					
Réalisation de la démarche	A	B	C	D	E
Réajustement de la démarche, au besoin					

MISE À L'ESSAI DU PROTOTYPE

Maintenant que ton prototype est terminé, tu dois le mettre à l'essai. Effectue tes observations et consigne-les dans ton tableau.

Observation du glaçon témoin et du glaçon dans la glacière en fonction du temps

Temps (min)	Glaçon témoin		Glaçon dans le prototype	
	Quantité d'eau recueillie (mL)	Observations	Quantité d'eau recueillie (mL)	Observations
0				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				

PRÉSENTATION DE MON PROTOTYPE

1. Fais le schéma final de ton prototype.

<p>Sur la vue d'une des faces</p>	<p>Représente la glacière fermée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indique les dimensions exactes de ton prototype. Donne tes mesures en centimètres (cm). - À l'aide du symbolisme approprié, représente la force et le mouvement (en translation ou en rotation) permettant d'actionner le mécanisme qui permet d'<u>ouvrir</u> la glacière.
<p>Sur la vue de dessus</p>	<p>Représente ta glacière ouverte.</p>
<p>Sur l'une ou l'autre des vues</p>	<p>Pointe et nomme les matériaux utilisés.</p>

Schéma du prototype que tu as réalisé

Vue d'une des faces : **glacière fermée**

Vue du dessus : **glacière ouverte**

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques

Utilisation de la terminologie, des règles et des conventions propres à la science et à la technologie

A

B

C

D

E

2. Ton prototype répond-il au cahier des charges ? Explique pourquoi en te référant à sa **fabrication** ou aux **matériaux que tu as utilisés**. Tu peux aussi te référer à la page 1 pour justifier ta réponse.

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

3. Quelles modifications ou quels ajustements pourrais-tu apporter à ton prototype pour qu'il soit plus efficace ?

Donne des **exemples concrets** de ce que tu pourrais faire en identifiant clairement l'action à accomplir et/ou le matériau à utiliser.

Utilisation appropriée des connaissances scientifiques et technologiques					
Production d'explications ou de solutions	A	B	C	D	E

ANNEXE N

CERTIFICAT ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE

Attestation de conformité

Le comité d'éthique de la recherche Éducation et sciences sociales de l'Université de Sherbrooke certifie avoir examiné la proposition de recherche suivante :

Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST)

Abdelkrim Hasni

Professeur, Département d'EPP, Faculté d'éducation

Patrice Potvin

Professeur, Département de didactique, Université du Québec à Montréal

Projet financé par des Fonds provenant des deux universités (UdeS et UQAM) et des commissions scolaires partenaires

Le comité estime que la recherche proposée est conforme aux principes éthiques énoncés dans la *Politique en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains (2500-028)*.

Membres du comité

Serge Striganuk, président du comité, professeur à la Faculté d'éducation, Département de gestion de l'éducation et de la formation

Chantale Beaucher, professeure à la Faculté d'éducation, Département de pédagogie

Mélanie Lapalme, professeure à la Faculté d'éducation, Département de psychoéducation

Mirela Moldoveanu, professeure à la Faculté d'éducation, Département d'enseignement au préscolaire et primaire

Gerardo Restrepo, professeur à la Faculté d'éducation, Département d'adaptation scolaire et sociale

Carlo Spallanzani, professeur à la Faculté d'éducation physique et sportive

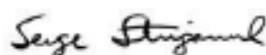
Christina St-Onge, professeure à la Faculté de médecine et des sciences de la santé, Département de médecine

Vincent Beaucher, membre versé en éthique

France Dupuis, membre de la collectivité

Le présent certificat est valide pour la durée de la recherche, à condition que la personne responsable du projet fournisse au comité un rapport de suivi annuel, faute de quoi le certificat peut être révoqué.

Le président du comité,



Serge Striganuk, 14 janvier 2013

ANNEXE O

LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT


CRIJEST

 Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes
à l'égard des sciences et de la technologie

UQAM

Université du Québec à Montréal

LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LES PARENTS

Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST)

Titulaires : Abdelkrim Hasni (UdeS) et Patrice Potvin (UQAM)

Chercheurs associés : Fatima Bousadra (UdeS); Patrick Charland (UQAM); Jean-Marc Drouet (UdeS); Nancy Dumais (UdeS); Frédéric Fournier (UQAM); Vincent Grenon (UdeS); Simon Grégoire (UQAM); Dominique Lefebvre (UdeS); Bernard Marcos (UdeS); Marie-Pier Morin (UdeS); Yves Mauffette (UQAM); Julien Mercier (UQAM); Martin Riopel (UQAM); Jesús Vázquez-Abad (UdeM).

Chaire financée par : l'UdeS, l'UQAM et sept commissions scolaires (C.S des Grandes-Seigneuries, C.S des Hautes-Rivières, C.S Marie-Victorin, C.S de Montréal, C.S de la Rivière-du-Nord, C.S des Hauts-Cantons, C.S de la Région-de-Sherbrooke; C.S des Sommets)

Madame, Monsieur,

Nous sollicitons par la présente votre accord pour la réalisation de recueils de données dans la classe de votre enfant en lien avec le projet en titre, élaboré conjointement par huit commissions scolaires, en partenariat avec l'Université de Sherbrooke (UdeS) et l'Université du Québec à Montréal (UQAM). La Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST) poursuit les trois principales missions suivantes :

- La compréhension des facteurs qui déterminent l'intérêt (ou le désintérêt) des jeunes pour les sciences et la technologie (ST) et pour les métiers associés à ces domaines;
- L'identification et la diffusion de stratégies d'intervention auprès des jeunes pour éveiller davantage leur intérêt à l'égard des ST et des métiers associés à ces domaines;

- L'identification et la diffusion de stratégies d'accompagnement du personnel scolaire pour la mise en place d'interventions qui favorisent l'intérêt des jeunes au regard des ST et des métiers associés à ces domaines.

En quoi consiste la participation au projet ?

La participation pour laquelle nous sollicitons votre accord pour l'année 2014-2015 consiste en :

- Permettre à votre enfant de répondre éventuellement à trois questionnaires sur l'enseignement et l'apprentissage des ST et sur son intérêt à l'égard de cette discipline. Le temps requis pour remplir le questionnaire est d'environ 25 minutes;
- Permettre à votre enfant de répondre à de courts questionnaires de 5 minutes chacun à la fin de quelques cours de ST (6 fois dans l'année).

Ces recueils se feront sur les heures normales de l'école, avec l'autorisation de l'enseignant de votre enfant qui confirme par le fait même qu'aucun retard dans les activités scolaires ne sera causé par cette participation.

Une rencontre d'information a permis à une chercheuse, étudiante au doctorat, de présenter l'ensemble du projet aux enseignants avant la confirmation ou non de leur acceptation de participer aux activités requises par le projet. Les enseignants se sont chargés par la suite d'informer les élèves du déroulement du projet et du caractère volontaire de leur participation au recueil des données. Afin que votre enfant participe à ce projet, nous avons besoin non seulement de son accord, mais aussi du vôtre. Dans le cas d'un refus de votre part, votre enfant ne sera pas invité à remplir les questionnaires.

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

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

Pour éviter l'identification des enfants participant au projet, les données recueillies par cette étude seront traitées de manière **entièrement confidentielle**. Afin de préserver leur anonymat, un code remplacera le nom de chacun d'eux dans tous les documents d'analyse des données et dans les rapports de recherche. En outre, le nom ou toute autre donnée pouvant identifier les enfants ou identifier leur école ne paraîtront en aucun cas dans les documents de diffusion des résultats. Cette diffusion se fera dans le cadre de la production scientifique habituelle : mémoires et

thèses des étudiants participant au projet, articles, rapports, communications, présentation des résultats aux établissements scolaires.

Les données recueillies seront conservées sous clé à l'Université du Québec à Montréal et à l'Université de Sherbrooke. 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 déontologiques en vigueur. Il est possible que les données soient utilisées par des étudiants de maîtrise ou de doctorat, qui réaliseraient une recherche sur une thématique étroitement reliée au projet original. Les données seront détruites quatre ans après la fin de la recherche, soit en 2021, une fois que les analyses seront terminées et les rapports de recherche produits. 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.

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

Au-delà des inconvénients mentionnés précédemment (temps consacré aux questionnaires ou à l'entrevue), les chercheurs considèrent qu'il n'y a pas de risque particulier et prévisible associé à ce projet. La contribution à l'avancement des connaissances au sujet de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences et technologies et de l'intérêt des jeunes à l'égard de ces disciplines et des matières qui leur sont associées ainsi que le développement professionnel des enseignants et l'amélioration des apprentissages des élèves 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 conseillère pédagogique en science et technologie de la commission scolaire ou l'un ou l'autre des deux titulaires aux coordonnées indiquées ci-dessous.

Nancy Brouillette



Conseillère pédagogique
Commission scolaire de l'Énergie
2072, rue Gignac, C.P. 580
Shawinigan (Québec)
G9N 6V7
(819) 539-6971, poste 2265
Courriel :
nabrouillette@csenergie.qc.ca

Abdelkrim Hasni



Professeur titulaire, CRIJEST
Faculté d'éducation, Université
de Sherbrooke,
Sherbrooke, QC, J1K 2R1
Téléphone : (819) 821-8000 ou
sans frais 1(800) 267-8337,
poste 61049 (ou 62908 : Annie
Corriveau, prof. de rech.)
Courriel :
A.Hasni@USherbrooke.ca

Patrice Potvin



Professeur titulaire,
CRIJEST
Département de
didactique, Université du
Québec à Montréal
(UQAM), C.P. 8888,
Succ. Centre-ville,
Montréal, QC, H3C 3P8
Téléphone :
(514) 987-3000, poste
1290
Courriel :
potvin.patrice@uqam.ca

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

– COUPON-RÉPONSE –

(À détacher, remplir, signer et ramener à l'enseignant de votre enfant. Conservez la page d'information.)

J'ai lu et compris le document d'information au sujet du projet de *Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie*. J'ai compris les conditions et les bienfaits de la participation de mon enfant. J'ai obtenu des réponses aux questions que je me posais au sujet de ce projet.

- J'accepte librement que mon enfant participe à ce projet
- Je n'accepte pas que mon enfant participe au projet

Identification et signature

Nom de l'élève [svp écrire lisiblement] : _____

Signature du parent/tuteur : _____ Date : _____

Ce projet a été revu et approuvé par le comité d'éthique de la recherche Éducation et sciences sociales de l'Université de Sherbrooke.

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 M. Serge Striganuk, président de ce comité à l'UdeS (819 821-8000 ou sans frais 1 800 267-8337, poste 61667; Serge.Striganuk@USherbrooke.ca).

ANNEXE P

LISTE DE VÉRIFICATION DES TECHNIQUES ET PROCÉDÉS PÉDAGOGIQUES LIÉS À CHACUNE DES PHASES DE LA DCT

Pour l'analyse

Pour réaliser sa DCT, l'élève devra :

Définir le problème

- Identifier et décrire le problème
- Clarifier les contraintes
- Cibler les critères de réussite

Pour soutenir l'élève, comme enseignant, je m'assure que je mets en oeuvre les techniques et procédés d'enseignement suivants :

Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement	Notes
<input type="checkbox"/> Présentation de la mise en situation aux élèves	<input type="checkbox"/> Lire la mise en situation de l'activité aux élèves. <input type="checkbox"/> Laisser du temps aux élèves pour relire la mise en situation en surlignant ou en annotant au besoin.	
<input type="checkbox"/> Activation des connaissances ou des expériences antérieures	<input type="checkbox"/> Questionner les élèves au sujet des connaissances antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. <input type="checkbox"/> Questionner les élèves au sujet des expériences antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. <input type="checkbox"/> Reformuler les propos des élèves. <input type="checkbox"/> Noter les propos des élèves au tableau. <input type="checkbox"/> Faire des rappels pour favoriser l'établissement de liens avec des connaissances antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche. <input type="checkbox"/> Faire des rappels pour favoriser l'établissement de liens avec des expériences antérieures pouvant être utiles à la réalisation de la tâche.	

Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement	Notes
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Animation d'une discussion ayant pour but : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> la validation entre pairs de la compréhension du problème et des contraintes <input type="checkbox"/> l'identification des critères de réussite 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Donner du temps aux élèves pour discuter en équipe du problème et de ses contraintes. <input type="checkbox"/> Poser des questions aux élèves au sujet du problème et de ses contraintes. <input type="checkbox"/> Demander aux élèves d'identifier les critères de réussite. <input type="checkbox"/> Reformuler les propos des élèves. <input type="checkbox"/> Noter les propos des élèves au tableau. <input type="checkbox"/> Faire une synthèse des propos des élèves. <input type="checkbox"/> Faire reformuler par des élèves : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> le problème et les contraintes; <input type="checkbox"/> les critères de réussite. 	

Pour la conception

Pour réaliser sa DCT, l'élève devra :

Explorer et générer des idées

- Explorer des solutions existantes
- Réaliser un remue-méninges
- Réaliser des croquis

Sélectionner une idée

Sélectionner les ressources et les outils appropriés

Construire un prototype

Pour soutenir l'élève, comme enseignant, je m'assure que je mets en œuvre les techniques et procédés d'enseignement suivants :

Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement	Notes
<input type="checkbox"/> Animation d'une période d'idéation	<input type="checkbox"/> Favoriser des modalités de regroupements efficaces pour le travail en équipe. <input type="checkbox"/> Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. <input type="checkbox"/> Encourager les élèves à consulter différentes sources. <input type="checkbox"/> Présenter le matériel disponible aux élèves et leur permettre de le manipuler. <input type="checkbox"/> Questionner les équipes pendant leur remue-méninges. <input type="checkbox"/> Faire des pauses pendant le travail en équipe afin de permettre le partage d'idées entre toutes les équipes. <input type="checkbox"/> Encourager les élèves à réaliser plusieurs croquis. <input type="checkbox"/> Animer un retour en grand groupe à la fin de la période d'idéation.	

Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement	Notes
<input type="checkbox"/> Animation d'une discussion visant la sélection de l'idée retenue	<input type="checkbox"/> Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. <input type="checkbox"/> Inviter les équipes à revenir sur les différents croquis qu'ils ont réalisés. <input type="checkbox"/> Inviter les élèves à considérer les idées partagées par les autres équipes. <input type="checkbox"/> Soutenir les élèves dans la production et l'utilisation d'une matrice de décision (ex. : sous forme de tableau) afin de noter les différentes possibilités envisagées et de quantifier le degré de satisfaction de chacune d'elles par rapport aux critères retenus. <input type="checkbox"/> Inviter les élèves à peaufiner au besoin le croquis de l'idée retenue.	
<input type="checkbox"/> Accompagnement des élèves lors de la fabrication du prototype	<input type="checkbox"/> Demander aux élèves de cibler les matériaux et les outils dont ils prévoient avoir besoin. <input type="checkbox"/> Questionner les élèves au sujet de leurs choix de fabrication (matériaux utilisés, procédés de fabrication, etc.) en fonction des contraintes et des critères de réussite identifiés. <input type="checkbox"/> Demander aux élèves de justifier leurs choix de fabrication. <input type="checkbox"/> Favoriser l'entraide entre les équipes, en particulier lorsque certaines d'entre elles éprouvent des difficultés dans la fabrication du prototype. <input type="checkbox"/> Apporter une aide plus soutenue aux équipes qui éprouvent de plus grandes difficultés dans la fabrication du prototype.	

Pour l'optimisation

Pour réaliser sa DCT, l'élève devra :

Tester le prototype
Améliorer le prototype

Pour soutenir l'élève, comme enseignant, je m'assure que je mets en œuvre les techniques et procédés d'enseignement suivants :

Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement	Notes
<input type="checkbox"/> Accompagnement des élèves dans la collecte et l'analyse des données	<input type="checkbox"/> Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés afin de choisir des tests qui apportent des informations pertinentes à l'amélioration du prototype. <input type="checkbox"/> Poser des questions aux élèves au sujet des moyens utilisés pour recueillir leurs données et leurs observations (pertinence, façons de procéder, etc.). <input type="checkbox"/> Encourager les élèves à consigner rigoureusement les données obtenues et/ou leurs observations.	
<input type="checkbox"/> Animation d'une discussion ayant pour but : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> de faire ressortir les éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite <input type="checkbox"/> d'identifier des pistes pour améliorer les lacunes des prototypes 	<input type="checkbox"/> Poser des questions aux élèves au sujet de leurs données obtenues et de leurs observations afin de faire ressortir : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> des éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; <input type="checkbox"/> des pistes d'amélioration. <input type="checkbox"/> Reformuler les propos des élèves. <input type="checkbox"/> Noter les propos des élèves au tableau. <input type="checkbox"/> Faire une synthèse des propos des élèves. <input type="checkbox"/> Faire reformuler par des élèves les éléments identifiés par le groupe au regard : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> des éléments liés au design du prototype qui répondent le mieux aux contraintes et aux critères de réussite; <input type="checkbox"/> des pistes d'amélioration. 	

Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement	Notes
<input type="checkbox"/> Accompagnement des élèves dans l'amélioration de leur prototype	<input type="checkbox"/> Inviter les élèves à se référer aux contraintes et aux critères de réussite identifiés. <input type="checkbox"/> Favoriser l'entraide entre les équipes dans le but de bonifier les prototypes. <input type="checkbox"/> Apporter une aide plus soutenue aux équipes qui éprouvent de plus grandes difficultés afin de bonifier leur prototype.	

Pour la communication

Pour réaliser sa DCT, l'élève devra :

Échanger avec ses pairs tout au long de la démarche
Consigner ses traces

Pour soutenir l'élève, comme enseignant, je m'assure que je mets en œuvre les techniques et procédés d'enseignement suivants :

Techniques d'enseignement	Procédés d'enseignement	Notes
<input type="checkbox"/> Accompagnement des élèves dans le partage avec leurs pairs tout au long de leur démarche	<input type="checkbox"/> Lors du travail en équipe, favoriser les échanges entre les coéquipiers et entre les équipes. <input type="checkbox"/> Lors des discussions en grand groupe, favoriser la participation de tous les élèves. <input type="checkbox"/> Encourager le partage de toutes les idées. <input type="checkbox"/> Lors du retour final, animer une discussion visant à favoriser le partage des apprentissages et des démarches réalisés.	
<input type="checkbox"/> Animation d'une discussion afin de faire ressortir les caractéristiques de traces claires et complètes (pour les traces sémantiques et graphiques)	<input type="checkbox"/> Présenter des exemples et des contre-exemples de traces sémantiques et graphiques adéquates. <input type="checkbox"/> Demander aux élèves de faire ressortir les caractéristiques de traces claires et complètes. <input type="checkbox"/> Demander aux élèves de préciser comment pourraient être bonifiées les traces manquant de clarté ou incomplètes.	

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ainley, M. et Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51-71. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518640>
- Akcaoglu, M., Rosenberg, J. M., Ranellucci, J. et Schwarz, C. V. (2018). Outcomes from a self-generated utility value intervention on fifth and sixth-grade students' value and interest in science. *International Journal of Educational Research*, 87, 67-77. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.12.001>
- Alexander, P. A. et Murphy, P. K. (1998). Profiling the differences in students' knowledge, interest, and strategic processing. *Journal of Educational Psychology*, 90(3), 435-447. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.3.435>
- Alexander, P. A., Jetton, T. L. et Kulikowich, J. M. (1995). Interrelationship of knowledge, interest, and recall: Assessing a model of domain learning. *Journal of Educational Psychology*, 87(4), 559-575. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.4.559>
- Alivernini, F. (2012). Interest in science: Evidence from TIMSS Italian data. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 1491-1494. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.327>
- Anderhag, P., Wickman, P. O., Bergqvist, K., Jakobson, B., Hamza, K. M. et Säljö, R. (2016). Why do secondary school students lose their interest in science? Or does it never emerge? A possible and overlooked explanation. *Science Education*, 100(5), 791-813. <https://doi.org/10.1002/sc.21231>

- Angwal, Y. A., Saat, R. M. et Sathasivam, R. V. (2019). Preparation and validation of an integrated STEM instructional material for genetic instruction among year 11 science students. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 7(2), 41-56. <http://mojes.um.edu.my/index.php/MOJES/article/view/17326>
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R. et Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: the heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9114-6>
- Appianing, J. et Van Eck, R. N. (2018). Development and validation of the value-expectancy STEM assessment scale for students in higher education. *International Journal of STEM Education* 5(24), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0121-8>
- Asgari, M., Ketabi, S. et Amirian, Z. (2019). Interest-based language teaching: Enhancing students' interest and achievement in L2 reading. *Iranian Journal of Language Teaching Research*, 7(1), 61-75. <https://dx.doi.org/10.30466/ijltr.2019.120633>
- Ateş, Ö. et Eryilmaz, A. (2011). Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students' achievement and attitudes towards physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), article 6, 1-22. https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v12_issue1_files/ates.pdf
- Azevedo, F. S. (2018). An inquiry into the structure of situational interests. *Science Education*, 102(1), 108-127. <https://doi.org/10.1002/sce.21319>
- Baird, J. R. et Penna, C. (1997). Perceptions of challenge in science learning. *International Journal of Science Education*, 19(10), 1195-1209. <https://doi.org/10.1080/0950069970191006>
- Baker, D. et Leary, R. (1995). Letting girls speak out about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 3-27. <https://doi.org/10.1002/tea.3660320104>

- Baram-Tsabari, A. et Yarden, A. (2011). Quantifying the gender gap in science interests. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 523-550. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9194-7>
- Barlex, D. (2011). Dear minister, this is why design and technology is a very important subject in the school curriculum. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(3), 9-18. <https://ojs.lboro.ac.uk/DATE/article/view/1660>
- Barmby, P., Kind, P. M. et Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1075-1093. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690701344966>
- Baron-Cohen, S., Richler, J., Bisarya, D., Gurunathan, N. et Wheelwright, S. (2003). The systemizing quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high-functioning autism, and normal sex differences. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 358(1430), 361-374. <https://dx.doi.org/10.1098/rstb.2002.1206>
- Barton, A. C., Tan, E. et Rivet, A. (2008). Creating hybrid spaces for engaging school science among urban middle school girls. *American Educational Research Journal*, 45(1), 68-103. <https://doi.org/10.3102/0002831207308641>
- Beckstead, D. et Brown, W. M. (2006). *Capacités d'innovation : comparaison de l'emploi en sciences et en génie dans les villes canadiennes et américaines*. Statistique Canada, Division de l'analyse économique.
- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S. et Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3-23. <https://doi.org/10.1002/tea.21465>
- Belletête, V., Pelletier Nolet, J., Brodeur, J. et Langelier, E. (2020). *Rapport statistique. Inscriptions des femmes en sciences et en génie au collégial et à l'université au Québec entre 2005 et 2019*. Chaire pour les femmes en sciences et en génie au Québec.

- Berger, P. L. (1963). *Invitation to Sociology*. Doubleday.
- Bergin, D. A. (1999). Influences on classroom interest. *Educational Psychologist*, 34(2), 87-98. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3402_2
- Berland, L., Steingut, R. et Ko, P. (2014). High school student perceptions of the utility of the engineering design process: creating opportunities to engage in engineering practices and apply math and science content. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 705-720. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9498-4>
- Berlyne, D. E. (1960). *Conflict, arousal, and curiosity*. McGraw-Hill.
- Bias, B. (2008). *Barriers: fulfilling the potential of women in academic science and engineering*. The National Academies.
- Blažev, M., Karabegović, M., Burušić, J. et Selimbegović, L. (2017). Predicting gender-STEM stereotyped beliefs among boys and girls from prior school achievement and interest in STEM school subjects. *Social Psychology of Education*, 20(4), 831-847. <https://doi.org/10.1007/s11218-017-9397-7>
- Boudreault, P. et Cadieux, A. (2018). La recherche quantitative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (4^e éd., p. 153–189). Presses de l'Université de Montréal.
- Bousadra, F., Hasni, A. et Boucher, D. (2018). Enseigner des contenus technologiques au secondaire au Québec en recourant à des projets : des enjeux et des dérives. Dans A. Hasni, F. Bousadra et J. Lebeaume (dir.), *Les démarches d'investigation scientifique et de conception technologique. Regards croisés sur les curriculums et les pratiques en France et au Québec* (p. 125-160). Éditions Cursus universitaire.
- Boutet, M. (2016). Expérience et projet : la pensée de Dewey traduite en action pédagogique. *Phronesis*, 5(2), 23-34. <https://doi.org/10.7202/1038137ar>

- Braund, M. et Driver, M. (2005). Pupils' perceptions of practical science in primary and secondary school: implications for improving progression and continuity of learning. *Educational Research*, 47(1), 77-91.
<https://doi.org/10.1080/0013188042000337578>
- Britner, S. L. (2008). Motivation in high school science students: A comparison of gender differences in life, physical, and earth science classes. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(8), 955-970.
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.20249>
- Brotman, J. S. et Moore, F. M. (2008). Girls and science: a review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(9), 971-1002. <https://doi.org/10.1002/TEA.20241>
- Buccheri, G., Gürber, N. A. et Brühwiler, C. (2011). The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations. *International Journal of Science Education*, 33(1), 159-178.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518643>
- Buck, G., Cook, K., Quigley, C., Eastwood, J. et Lucas, Y. (2009). Profiles of urban, low SES, African American girls' attitudes toward science: a sequential explanatory mixed methods study. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(4), 386-410. <https://doi.org/10.1177/1558689809341797>
- Bulunuz, M., Jarrett, O. S. et Martin-Hansen, L. (2012). Level of inquiry as motivator in an inquiry methods course for preservice elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 112(6), 330-339. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00153.x>
- Bybee, R. et McCrae, B. (2011). Scientific literacy and student attitudes: perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7-26. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518644>

- Bybee, R. W. (2001). Effective professional development for technology teachers. *The Technology Teacher*, 61(3), 26-29.
- Caleon, I. S. et Subramaniam, R. (2008). Attitudes towards science of intellectually gifted and mainstream upper primary students in Singapore. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(8), 940-954.
<https://doi.org/10.1002/tea.20250>
- Campbell, C. et Jane, B. (2012). Motivating children to learn: the role of technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9134-4>
- Carey, N., Kleiner, B., Porch, R. et Farris, E. (2002). *Arts education in public elementary and secondary schools: 1999-2000. Statistical analysis report*. US Department of Education.
- Carr, R. L. (2011). *Integrating engineering design challenges into secondary STEM education*. National Center for Engineering and Technology Education [NCETE].
- Cavallo, A. M. et Laubach, T. A. (2001). Students' science perceptions and enrollment decisions in differing learning cycle classrooms. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(9), 1029-1062.
<https://doi.org/10.1002/tea.1046>
- Chatoney, M. et Andreucci, C. (2009). How study aids influence learning and motivation for girls in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(4), 393-402.
<https://doi.org/10.1007/S10798-009-9094-8>
- Chen, A. et Wang, Y. (2017). The role of interest in physical education: a review of research evidence. *Journal of Teaching in Physical Education*, 36(3), 313-322.
<https://doi.org/10.1123/jtpe.2017-0033>

- Chen, A., Ennis, C. D., Martin, R. et Sun, H. (2006). Situational interest: A curriculum component enhancing motivation to learn. Dans S. A. Hogan (dir.), *New developments in learning research* (p. 235-261). Nova Science Publishers.
- Chen, S., Sun, H., Zhu, X. et Chen, A. (2014). Relationship between motivation and learning in physical education and after-school physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85(4), 468-477.
<https://doi.org/10.1080/02701367.2014.961054>
- Chin, C. et Osborne, J. (2008). Students' questions: A potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39.
<https://doi.org/10.1080/03057260701828101>
- Christidou, V. (2006). Greek students' science-related interests and experiences: Gender differences and correlations. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1181-1199. <https://doi.org/10.1080/09500690500439389>
- Christidou, V. (2011). Interest, attitudes and images related to science: Combining students' voices with the voices of school science, teachers, and popular science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(2), 141-159.
- Clarkson, J. et Eckert, C. (2005). *Design process improvement: a review of current practice*. Springer.
- Cobb, P. et Hodge, L. L. (2003). An initial contribution to the development of a design theory of mathematical interests: The case of statistical data analysis. *Communications of Mathematical Education*, 16, 1-65.
- Coman, E. N., Picho, K., McArdle, J. J., Villagra, V., Dierker, L. et Lordache, E. (2013). The paired *t*-test as a simple latent change score model. *Frontiers in Psychology*, 4, article 738, 1-3. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00738>
- Conseil des académies canadiennes [CAC]. (2014). *Culture scientifique : qu'en est-il au Canada ?* Conseil des académies canadiennes.

- Conseil des ministres de l'Éducation du Canada [CMEC]. (1997). *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M à 12*. Conseil des ministres de l'Éducation.
- Conseil supérieur de l'éducation [CSE]. (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire*. Gouvernement du Québec.
- Cooper, R. et Heaverlo, C. (2013). Problem solving and creativity and design: What influence do they have on girls' interest in STEM subject areas? *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 27-38.
<https://doi.org/10.19030/ajee.v4i1.7856>
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(7), 791-820. <https://doi.org/10.1002/tea.1032>
- Crismond, D. P. et Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797.
<https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x>
- Cross, N. (2000). *Engineering design methods: Strategies for product design*. Wiley.
- Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K. et Whalen, S. (1997). *Talented teenagers: The roots of success and failure*. Cambridge University Press.
- Custer, R. L., Valesey, B. G. et Burke, B. N. (2001). An assessment model for a design approach to technological problem solving. *Journal of Technology Education* 12(2), 5-20. <http://doi.org/10.21061/jte.v12i2.a.1>
- De Vries, M. J. (2016). *Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*. Springer.

- Deci, E. L. (1992). The relation of interest to the motivation of behavior: A self-determination theory perspective. Dans K. A. Renninger, S. Hidi et A. Krapp (dir.), *The role of interest in learning and development* (p. 43-70). Erlbaum.
- Deci, E. L. (1998). The relation of interest to motivation and human needs: The self-determination theory viewpoint. Dans L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger et J. Baumert (dir.), *Interest and learning* (p. 146-162). Institute for Science Education.
- DeCoito, I. (2016). STEM education in Canada: A knowledge synthesis. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 114-128. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1166297>
- DeLoache, J. S., Simcock, G. et Macari, S. (2007). Planes, trains, automobiles and tea sets: Extremely intense interests in very young children. *Developmental Psychology*, 43(6), 1579-1586. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1579>
- Denson, C. D. et Lammi, M. (2014). Building a framework for engineering design experiences in high school. *Journal of Technology Education*, 26(1), 75-87. <http://doi.org/10.21061/jte.v26i1.a.5>
- Dewey, J. (1913). *Interest and effort in education*. Houghton Mifflin.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. et Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39. <https://doi.org/10.21061/jte.v19i2.a.2>
- Drobisz, J. (2017). *The effects of arousal presented by a pedagogical agent on English language learners' situational interest, cognitive load and reading comprehension in online reading tasks* [Thèse de doctorat, University of South Florida]. <http://scholarcommons.usf.edu/etd/6695>

- Durik, A. M. et Harackiewicz, J. M. (2007). Different strokes for different folks: How individual interest moderates the effects of situational factors on task interest. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 597-610. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.3.597>
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D. et Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>
- El Fadil, B. (2016). *La démarche de conception technologique dans les pratiques d'enseignement au secondaire au Québec : résultats d'une enquête par entrevues* [Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke]. <http://hdl.handle.net/11143/10133>
- English, L. D., Hudson, P. B. et Dawes, L. (2012). Engineering design processes in seventh-grade classrooms: Bridging the engineering education gap. *European Journal of Engineering Education*, 37(5), 436-447. <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.708721>
- Evans, C. D. et Diekman, A. B. (2009). On motivated role selection: Gender beliefs, distant goals, and career interest. *Psychology of Women Quarterly*, 33(2), 235-249. <https://doi.org/10.1111/j.1471-6402.2009.01493.x>
- Falk, J. H., Staus, N., Dierking, L. D., Penuel, W., Wyld, J. et Bailey, D. (2016). Understanding youth STEM interest pathways within a single community: The synergies project. *International Journal of Science Education, Part B*, 6(4), 369-384. <https://doi.org/10.1080/21548455.2015.1093670>
- Fantz, T. D., De Miranda, M. A. et Siller, T. J. (2011). Knowing what engineering and technology teachers need to know: An analysis of pre-service teachers engineering design problems. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 307-320. <http://dx.doi.org/10.1007/s10798-010-9121-9>

- Ferguson, S. J. et Zhao, J. (2013). *Scolarité au Canada : niveau de scolarité, domaine d'études et lieu des études, document analytique de l'Enquête nationale auprès des ménages de 2011*. Statistique Canada, Division du Tourisme et Centre de la statistique de l'éducation.
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford University Press.
- Flowerday, T. et Schraw, G. (2003). Effect of choice on cognitive and affective engagement. *The Journal of Educational Research*, 96(4), 207-215.
<https://doi.org/10.1080/00220670309598810>
- Frank, M. et Barzilai, A. (2006). Project-based technology: instructional strategy for developing technological literacy. *Journal of Technology Education*, 18(1), 39-53. <http://dx.doi.org/10.21061/jte.v18i1.a.3>
- Franz-Odendaal, T. A., Blotnicky, K., French, F. et Joy, P. (2016). Experiences and perceptions of STEM subjects, careers, and engagement in STEM activities among middle school students in the maritime provinces. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 153-168.
<https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1166291>
- Fredrickson, B. L. (1998). What good are positive emotions? *Review of General Psychology*, 2(3), 300-319. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.300>
- Gago, J. M., Ziman, J., Caro, P., Constantinou, C. P., Davies, G., Parchmann, I. et Sjoberg, S. (2005). *Europe needs more scientists: Report by the high level group on increasing human resources for science and technology*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Gardner, P. L. (1996). The dimensionality of attitude scales: A widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18(8), 913-919.
<https://doi.org/10.1080/0950069960180804>
- Gaston, J. P. et Havard, B. (2019). The effects of collaborative video production on situational interest of elementary school students. *TechTrends*, 63(1), 23-32.
<https://doi.org/10.1007/s11528-018-0363-9>

- Gattie, D. K. et Wicklein, R. C. (2007). Curricular value and instructional needs for infusing engineering design into K-12 technology education. *Journal of Technology Education*, 19(1), 6-18. <https://doi.org/10.21061/jte.v19i1.a.1>
- Gauthier, D., Gaudreau, D. et Routhier, G. (2011). Une formation continue en science et technologie pour le personnel enseignant du primaire. Défi et engagement. Dans G. Samson, A. Hasni, D. Gauthier et P. Potvin (dir.), *Pour une collaboration école-université en science et techno : des pistes pour l'apprentissage* (p. 89-110). Presses de l'Université du Québec.
- Gerald, B. (2018). A brief review of independent, dependent and one sample *t*-test. *International Journal of Applied Mathematics and Theoretical Physics*, 4(2), 50–54. <https://doi.org/10.11648/j.ijamtp.20180402.13>
- Germain, S. (2013). *Étude exploratoire des représentations des filles à l'égard des sciences et de la technologie au secondaire* [Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke]. Savoirs UdeS. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/15133/Germain_Sophie_MEd_2013.pdf
- Godec, S., King, H., Archer, L., Dawson, E. et Seakins, A. (2018). Examining student engagement with science through a bourdieusian notion of field. *Science and Education*, 27(5-6), 501-521. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9988-5>
- Gohier, C. (2004). De la démarcation entre critères d'ordre scientifique et d'ordre éthique en recherche interprétative. *Recherches qualitatives*, 24(1), 3-17. http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero24/24gohier.pdf
- González-Espada, W., Llerandi-Román, P., Fortis-Santiago, Y., Guerrero-Medina, G., Ortiz-Vega, N., Feliú-Mójer, M. et Colón-Ramos, D. (2015). Impact of culturally relevant contextualized activities on elementary and middle school students' perceptions of science: an exploratory study. *International Journal of Science Education, Part B*, 5(2), 182-202. <http://dx.doi.org/10.1080/21548455.2014.881579>

- Gottfredson, L. S. (1981). Circumscription and compromise: A developmental theory of occupational aspirations. *Journal of Counseling psychology*, 28(6), 545-579.
<https://doi.org/10.1037/0022-0167.28.6.545>
- Guerra, L., Allen, D. T., Crawford, F. H. et C. Farmer. (2012). *A unique approach to characterizing the engineering design process*. American Society for Engineering Education.
- Guthrie, J. T., Hoa, L. W., Wigfield, A., Tonks, S. M. et Perencevich, K. C. (2005). From spark to fire: Can situational reading interest lead to long-term reading motivation? *Literacy Research and Instruction*, 45(2), 91-117.
<http://dx.doi.org/10.1080/19388070609558444>
- Hango, D. W. (2013). *Les différences entre les sexes dans les programmes de sciences, technologies, génie, mathématiques et sciences informatiques (STGM) à l'université*. Statistique Canada, Centre de la statistique de l'éducation.
- Harackiewicz, J. M., Durik, A. M., Barron, K. E., Linnenbrink-Garcia, L. et Tauer, J. M. (2008). The role of achievement goals in the development of interest: Reciprocal relations between achievement goals, interest, and performance. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 105-122.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.105>
- Harwell, S. H. (2000). In their own voices: Middle level girls' perceptions of teaching and learning science. *Journal of Science Teacher Education*, 11(3), 221-242.
<https://doi.org/10.1023/A:1009456724950>
- Hasni, A. et Potvin, P. (2015). Student's interest in science and technology and its relationships with teaching methods, family context and self-efficacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(3), 337-366.
<http://www.ijese.net/makale/49.html>

- Hasni, A., Lenoir, Y., Larose, F. et Squalli, H. (2012). *Interdisciplinarité et enseignement des sciences, technologies et mathématiques au premier cycle du secondaire : place, modalités de mises en œuvre, contraintes disciplinaires et institutionnelles* [Rapport de recherche]. Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences, technologies et mathématiques (CREAS). <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2650.8321>
- Hasni, A., Potvin, P., Belletête, V. et Thibault, F. (2015). *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*. Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST).
- Häussler, P. et Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 870-888. <https://doi.org/10.1002/tea.10048>
- Hecht, M., Knutson, K. et Crowley, K. (2019). Becoming a naturalist: Interest development across the learning ecology. *Science Education*, 103(3), 691-713. <https://doi.org/10.1002/sce.21503>
- Heering, P. (2000). Getting shocks: Teaching secondary school physics through history. *Science and Education*, 9(4), 363-373. <https://doi.org/10.1023/A:1008665723050>
- Herbert, J. et Stipek, D. (2005). The emergence of gender differences in children's perceptions of their academic competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 26(3), 276-295. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2005.02.007>
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-571. <https://doi.org/10.2307/1170506>
- Hidi, S. et Baird, W. (1986). Interestingness—a neglected variable in discourse processing. *Cognitive Science*, 10(2), 179-194. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1002_3

- Hidi, S. et Baird, W. (1988). Strategies for increasing text-based interest and students' recall of expository texts. *Reading Research Quarterly*, 23(4), 465-483.
<https://doi.org/10.2307/747644>
- Hidi, S. et Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179. <https://doi.org/10.2307/1170660>
- Hidi, S. et Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127.
https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Hidi, S., Renninger, K. A. et Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. Dans D. Y. Dai et R. J. Sternberg (dir.), *Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (p. 89-118). Lawrence Erlbaum Associates.
- Hilgenheger, N. (1993). Johann Friedrich Herbart (1776-1841). *Perspectives : revue trimestrielle d'éducation comparée*, 23(3/4), 649-664.
<http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/herbarte.pdf>
- Hill, C., Corbett, C. et St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women.
- Hiller, S. E. et Kitsantas, A. (2014). The effect of a horseshoe crab citizen science program on middle school student science performance and STEM career motivation. *School Science and Mathematics*, 114(6), 302-311.
<https://doi.org/10.1111/ssm.12081>
- Hoffmann, L. (2002). Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction*, 12(4), 447-465.
[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00010-X)

- Holmegaard, H. T., Madsen, L. M. et Ulriksen, L. (2014). To choose or not to choose science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749362>
- Householder, D. L. (2011). *Engineering design challenges in high school STEM courses a compilation of invited position papers*. National Center for Engineering and Technology Education [NCETE].
- Householder, D. L. et Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. National Center for Engineering and Technology Education [NCETE].
- Hynes, M. M. (2012). Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: a look at subject matter and pedagogical content knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(3), 345-360. <https://www.learntechlib.org/p/64579/>
- Impact Canada. (2019). *Modèles de mesure des impacts : guide des méthodes de mesure des impacts* (n° CP22-174/2019F-PDF). Bureau du Conseil privé, Unité des impacts et de l'innovation (BCP-UII); Sa Majesté la Reine du chef du Canada. <https://www.canada.ca/content/dam/ih-ci/documents/pdfs/MIBD-fra.pdf>
- International Technology Education Association [ITEA]. (2003). *Advancing excellence in technological literacy: student assessment, professional development, and program standards*. International Technology Education Association.
- International Technology Education Association [ITEA]. (2007). *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology* (3^e éd.). International Technology Education Association.
- Ipsos Reid. (2010). *Baromètre de l'intérêt des jeunes canadiens pour les sciences*. Fondation canadienne pour l'innovation et Ipsos Reid.

- Izard, C. E. (1977). *Human emotions*. Springer Science, Business Media, LLC.
- Izard, C. E. et Ackerman, B. P. (2000). Motivational, organizational, and regulatory functions of discrete emotions. Dans M. Lewis et J. M. Haviland-Jones (dir.), *Handbook of emotions* (2^e éd., p. 253-264). Guilford Press.
- Jackson, M. C., Leal, C. C., Zambrano, J. et Thoman, D. B. (2019). Talking about science interests: The importance of social recognition when students talk about their interests in STEM. *Social Psychology of Education*, 22(1), 149-167.
<https://doi.org/10.1007/s11218-018-9469-3>
- James, A. (2011). *Enseigner les mathématiques et les sciences aux filles*. Chenelière Éducation Inc.
- Jeong, S. et Kim, H. (2015). The effect of a climate change monitoring program on students' knowledge and perceptions of STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1321-1338.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1390a>
- Jidesjö, A., Danielsson, Å. et Björn, A. (2015). Interest and recruitment in science: A reform, gender and experience perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 167(8), 211-216. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.664>
- Johnson, K. E., Alexander, J. M., Spencer, S., Leibham, M. E. et Neitzel, C. (2004). Factors associated with the early emergence of intense interests within conceptual domains. *Cognitive Development*, 19(3), 325-343.
<https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2004.03.001>
- Jones, L. C., McDermott, H. J., Tyrer, J. R. et Zanker, N. P. (2018). Future engineers: The intrinsic technology motivation of secondary school pupils. *European Journal of Engineering Education*, 43(4), 606-619.
<https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1387100>
- Kahle, J. B. et Meece, J. (1994). Research on gender issues in the classroom. Dans D. Gabel (dir.), *Handbook of research in science teaching and learning* (p. 542-576). National Science Teachers Association (NSTA).

- Kaya, C. (2015). Internal validity: A must in research designs. *Educational Research and Reviews*, 10(2), 111–118. <https://doi.org/10.5897/ERR2014.1835>
- Kelley, T. R. (2010). Design assessment: Consumer reports style. *The Technology Teacher*, 69(8), 12-16. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/31/
- Kelley, T. R. et Kellam, N. (2009). A theoretical framework to guide the re-engineering of technology education. *Journal of Technology Education*, 20(2), 37. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/33/
- Kennedy, J. P., Lyons, T. et Quinn, F. (2014). The continuing decline of science and mathematics enrolments in Australian high schools. *Teaching Science*, 60(2), 34-46. <https://www.researchgate.net/profile/Frances-Quinn-2/publication/266855900>
- Kerger, S., Martin, R. et Brunner, M. (2011). How can we enhance girls' interest in scientific topics? *British Journal of Educational Psychology*, 81(4), 606-628. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02019.x>
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W. et Albert, J. L. (2013). The development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9389-3>
- Kim, P., Suh, E. et Song, D. (2015). Development of a design-based learning curriculum through design-based research for a technology-enabled science classroom. *Educational Technology Research and Development*, 63(4), 575-602. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9376-7>
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163-182. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.163>
- Knowles, J., Kelley, T. et Holland, J. (2018). Increasing teacher awareness of STEM careers. *Journal of STEM Education*, 19(3), 1557-5284. <https://www.learntechlib.org/p/184661/>

- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: Theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383-409. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1)
- Krapp, A. (2007). An educational–psychological conceptualisation of interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7(1), 5-21. <http://dx.doi.org/10.1007/s10775-007-9113-9>
- Krapp, A. et Lewalter, D. (2001). Development of interests and interest-based motivational orientations: A longitudinal study in vocational school and work settings. Dans S. Volet et S. Järvelä (dir.), *Motivation in learning contexts: Theoretical advances and methodological implications* (p. 209-232). Emerald.
- Krapp, A. et Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>
- Krapp, A., Hidi, S. et Renninger, K. A. (1992). Interest, learning, and development. Dans K. A. Renninger, S. Hidi et A. Krapp (dir.), *The role of interest in learning and development* (p. 3-25). Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Lacasse, M. et Barma, S. (2012). Intégrer l'éducation technologique à l'éducation scientifique : pertinence pour les élèves et impacts sur les pratiques d'enseignants. *Revue canadienne de l'éducation*, 35(2), 155-191. <https://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/950>
- Laine, E., Veermans, M., Lahti, A. et Veermans, K. (2017). Generation of student interest in an inquiry-based mobile learning environment. *Frontline Learning Research*, 5(4), 42-60. <https://doi.org/10.14786/flr.v5i4.306>
- Lamb, R. L., Annetta, L., Meldrum, J. et Vallett, D. (2012). Measuring science interest: Rasch validation of the science interest survey. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(3), 643-668. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9314-z>

- Lawanto, O. et Stewardson, G. (2009). *Engineering design activity: Understanding how different design activities influence students' motivation in grades 9-12*. National Center for Engineering and Technology Education [NCETE].
- Lawanto, O., Santoso, H. B. et Liu, Y. (2012). Understanding of the relationship between interest and expectancy for success in engineering design activity in grades 9–12. *Journal of Educational Technology et Society*, 15(1), 152-161. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.15.1.152>
- Lawson, B. (2004). *What designers know*. Routledge.
- Lawson, B. et Dorst, K. (2009). *Design expertise*. Routledge.
- Leibham, M. B., Alexander, J. M. et Johnson, K. E. (2013). Science interests in preschool boys and girls: Relations to later self-concept and science achievement. *Science Education*, 97(4), 574-593. <https://doi.org/10.1002/sce.21066>
- Lewis, T. (2005). Creativity—a framework for the design/problem solving discourse in technology education. *Journal of Technology Education*, 17(1), 35-52. <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v17n1/pdf/lewis.pdf>
- Lin, Y.-T., Wang, M. T. et Wu, C. C. (2019). Design and implementation of interdisciplinary STEM instruction: Teaching programming by computational physics. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 77-91. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0415-0>
- Lindhahl, B. (2007, 15-18 avril). *A longitudinal study of students' attitudes towards science and choice of career*. Communication présentée lors de la conférence annuelle du National Association for Research in Science Teaching (NARST), Nouvelle-Orléans.
- 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. <https://doi.org/10.1177/0013164409355699>

- Lipstein, R. et Renninger, K. A. (2006). Putting things into words: 12-15-year-old students' interest for writing. Dans S. Hidi et P. Boscolo (dir.), *Writing and motivation* (p. 113-140). Brill. https://doi.org/10.1163/9781849508216_008
- List, A., Stephens, L. A. et Alexander, P. A. (2019). Examining interest throughout multiple text use. *Reading and Writing*, 32(2), 307-333. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9863-4>
- Litchfield, R. C. (2009). Brainstorming rules as assigned goals: Does brainstorming really improve idea quantity? *Motivation and Emotion*, 33(1), 25-31. <http://dx.doi.org/10.1007/s11031-008-9109-x>
- Livingston, E. H. (2004). Who was student and why do we care so much about his t-test. *Journal of Surgical Research*, 118(1), 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2004.02.003>
- Lottero-Perdue, P., Bowditch, M., Kagan, M., Robinson-Cheek, L., Webb, T., Meller, M. et Nosek, T. (2016). Engineering encounters: An engineering design process for early childhood: Trying (again) to engineer an egg package. *Science and Children*, 54(3), 70-77. <https://www.jstor.org/stable/24893806>
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613. <https://doi.org/10.1080/09500690500339621>
- Mac Iver, M. A. et Mac Iver, D. J. (2019). "STEMming" the swell of absenteeism in the middle years: Impacts of an urban district summer robotics program. *Urban Education*, 54(1), 65-88. <https://doi.org/10.1177/0042085915618712>
- Maltese, A. V. et Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685. <https://doi.org/10.1080/09500690902792385>

- Mammes, I. (2004). Promoting girls' interest in technology through technology education: A research study. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(2), 89-100.
<http://dx.doi.org/10.1023/B:ITDE.0000026472.27439.f6>
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Moore, T. J., Douglas, K. A. et Guzey, S. S. (2018). Supporting engineering design ideas with science and mathematics: A case study of middle school life science students. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 6(4), 424-442.
<https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/286>
- Mc Ewen, B. (2013). How interests in science and technology have taken women to an engineering career. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 14(1), article 1, 1-22.
https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v14_issue1_files/mcewen.pdf
- McCormick, R. (2004). Issues of learning and knowledge in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), 21-44.
<https://doi.org/10.1023/B:ITDE.0000007359.81781.7c>
- Messier, G. (2014). *Proposition d'un réseau conceptuel initial qui précise et illustre la nature, la structure ainsi que la dynamique des concepts apparentés au terme méthode en pédagogie* [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal]. Archipel. <http://archipel.uqam.ca/id/eprint/6822>
- Miller, P. H., Slawinski Blessing, J. et Schwartz, S. (2006). Gender differences in high-school students' views about science. *International Journal of Science Education*, 28(4), 363-381. <https://doi.org/10.1080/09500690500277664>
- Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation [MESI]. (2013) *Bilan de la progression des Québécoises en sciences et en technologies de 2003 à 2013*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ]. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire, enseignement primaire*. Gouvernement du Québec.

- Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ]. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ]. (2007). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, deuxième cycle*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES]. (2020). *Indice de milieu socio-économique (IMSE)*.
<http://www.education.gouv.qc.ca/enseignants/aide-et-soutien/milieus-defavorises/agir-autrement/indice-de-milieu-socio-economique-imse/>
- Ministère de l'Éducation, Loisir et Sport [MELS]. (2009). *Progression des apprentissages. Science et technologie*. Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation, Loisir et Sport [MELS]. (2011). *Progression des apprentissages au secondaire. Science et technologie 1^{er} cycle, science et technologie 2^e cycle, science et technologie de l'environnement*. Gouvernement du Québec.
- Mioduser, D. (1998). Framework for the study of cognitive and curricular issues of technological problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 8(2), 167-184.
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology: The path between engineering and philosophy*. University of Chicago Press.
- Mitts, C. R. et Haynie III, W. J. (2010). Preferences of male and female students for TSA competitive events. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 19-26.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.694.6213&rep=rep1&type=pdf>

- Mohd Shahali, E. H., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. et Mohamad Arsad, N. (2019). Students' interest towards STEM: a longitudinal study. *Research in Science et Technological Education*, 37(1), 71-89.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1489789>
- Morgan, C. L. (2010). *An inquiry into situational interest in a tenth grade history class: Lesson design and implementation from Berlyne and Bergin perspectives* [Thèse de doctorat, Wayne State University].
https://digitalcommons.wayne.edu/oa_dissertations/109
- Murphy, P. K. et Alexander, P. A. (2000). A motivated exploration of motivation terminology. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 3-53.
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1019>
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC). (2010). *Women in science and engineering in Canada*. Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada.
- Neitzel, C., Alexander, J. M. et Johnson, K. E. (2008). Children's early interest-based activities in the home and subsequent information contributions and pursuits in kindergarten. *Journal of Educational Psychology*, 100(4), 782-797.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.4.782>
- Newstetter, W. C. et McCracken, W. M. (2001). Novice conceptions of design: Implications for the design of learning environments. Dans C. Eastman, W. Newstetter et M. McCracken (dir.), *Design knowing and learning: Cognition in design education* (p. 63-77). Elsevier Science.
- Nieswandt, M. (2007). Student affect and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 908-937.
<https://doi.org/10.1002/tea.20169>

- Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE]. (2008). *Encouraging student interest in science and technology studies*. Éditions OCDE.
- Osborne, J. et Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441-467. <https://doi.org/10.1080/09500690010006518>
- 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. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Owen, S., Dickson, D., Stanisstreet, M. et Boyes, E. (2008). Teaching physics: Students' attitudes towards different learning activities. *Research in Science and Technological Education*, 26(2), 113-128. <https://doi.org/10.1080/02635140802036734>
- Palmer, D., Dixon, J. et Archer, J. (2017). Using situational interest to enhance individual interest and science-related behaviours. *Research in Science Education*, 47(4), 731-753. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9526-x>
- Patchen, A. K., Zhang, L. et Barnett, M. (2017). Growing plants and scientists: Fostering positive attitudes toward science among all participants in an afterschool hydroponics program. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 279-294. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9678-5>
- Pattison, S. A. et Dierking, L. D. (2019). Early childhood science interest development: Variation in interest patterns and parent-child interactions among low-income families. *Science Education*, 103(2), 362-388. <https://doi.org/10.1002/sce.21486>
- Pinelli, T. E. et Haynie III, W. J. (2010). A case for the nationwide inclusion of engineering in the K-12 curriculum via technology education. *Journal of Technology Education*, 21(2), 52-68. <https://doi.org/10.21061/jte.v21i2.a.4>

- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Blust, R. P., Beach, R. et Franco, S. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4), 28-35.
<https://core.ac.uk/download/pdf/232844898.pdf>
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014). 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. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9512-x>
- Potvin, P. et Hasni, A. (2018). Encouraging students with different profiles of perceptions to pursue science by choosing appropriate teaching methods for each age group. *Research in Science Education*, 48(6), 1339-1357.
<https://doi.org/10.1007/s11165-016-9605-z>
- Prenzel, M. (1988, 5-9 avril). *Conditions for the persistence of interest* [Communication]. Annual meeting of the American Educational Research Association, Nouvelle-Orléans.
- Prenzel, M. (1992). The selective persistence of interest. Dans K. A. Renninger, S. Hidi et A. Krapp (dir.), *The role of interest in learning and development* (p. 71-98). Erlbaum.
- Putnam, R. T. et Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15. <https://doi.org/10.3102/0013189X029001004>
- Randler, C. et Bogner, F. X. (2007). Pupils' interest before, during, and after a curriculum dealing with ecological topics and its relationship with achievement. *Educational Research and Evaluation*, 13(5), 463-478.
<https://doi.org/10.1080/13803610701728295>
- Renninger, K. A. (2000). Individual interest and its implications for understanding intrinsic motivation. Dans C. Sansone et J. M. Harackiewicz (dir.), *Intrinsic and extrinsic motivation : The search for optimal motivation and performance* (p. 373-404). Academic Press.

- Renninger, K. A. et Bachrach, J. E. (2015). Studying triggers for interest and engagement using observational methods. *Educational Psychologist*, 50(1), 58-69. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.999920>
- Renninger, K. A. et Hidi, S. (2016). *The power of interest for motivation and engagement*. Routledge.
- Renninger, K. et Shumar, W. (2003). The centrality of culture and community to participant learning at and with the math forum. Dans S. A. Barab, R. Kling et J. H. Gray (dir.), *Designing for virtual communities in the service of learning* (p. 181-209). Cambridge University Press.
- Rodríguez-Aflecht, G., Jaakkola, T., Pongsakdi, N., Hannula-Sormunen, M., Brezovszky, B. et Lehtinen, E. (2018). The development of situational interest during a digital mathematics game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 259-268. <https://doi.org/10.1111/jcal.12239>
- Rohaani, E. J., Taconis, R. et Jochems, W. M. G. (2009). Measuring teachers' pedagogical content knowledge in primary technology education. *Research in Science et Technological Education*, 27(3), 327-338. <https://doi.org/10.1080/02635140903162652>
- Ropohl, G. (1997). Knowledge types in technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1/2), 65-72. <https://doi.org/10.1023/A:1008865104461>
- Ross, M. C. (2012, 10-13 juin). *PK-12 Counselors knowledge, attitudes, and behaviors related to gender and STEM* [Communication]. American Society for Engineering Education [ASEE] Annual Conference and Exposition, San Antonio, Texas. <https://doi.org/10.18260/1-2--21801>
- Rotgans, J. I. et Schmidt, H. G. (2017). Interest development: Arousing situational interest affects the growth trajectory of individual interest. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 175-184. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.02.003>

- Roure, C. et Pasco, D. (2018). Exploring situational interest sources in the french physical education context. *European Physical Education Review*, 24(1), 3-20.
<https://doi.org/10.1177/1356336X16662289>
- Roy, A., Mujawamariya, D. et Lafortune, L. (2014). *Des actions pédagogiques pour guider des filles et des femmes en STIM : sciences, technos, ingénierie et maths*. Presses de l'Université du Québec.
- Ruff, C. (2016). Finding relevance, competence, and enjoyment: The development of domain identification and interest in first-year science majors. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 28(3), 335-346.
<https://www.isetl.org/ijtlhe/pdf/IJTLHE2263.pdf>
- Samson, G. (2011, 30 août). *Determining factors influencing attitudes regarding sciences: case study of Quebec youth* [Communication]. 14th Biennial European Association for Research on Learning and Instruction (EARLY), Conference for research on learning and instruction, neuroscience and education, Université d'Exeter, Angleterre.
- Sansone, C. et Thoman, D. B. (2005). Interest as the missing motivator in self-regulation. *European Psychologist*, 10(3), 175-186.
<https://doi.org/10.1027/1016-9040.10.3.175>
- Sansone, C., Smith, J. L., Thoman, D. B. et MacNamara, A. (2012). Regulating interest when learning online: Potential motivation and performance trade-offs. *The Internet and Higher Education*, 15(3), 141-149.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.10.004>
- Sauvé, L., Orellana, I. et van Steenberghe, É. (2005, 10-14 mai). *Éducation et environnement : un croisement des savoirs* [Communication]. 72^e Congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS), UQAM, Montréal.
- Savoie-Zajc, L. et Karsenti, T. (2018). La méthodologie. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (4^e éd., p. 139–152). Presses de l'Université de Montréal.

- Sawilowsky, S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), article 26, 597-599.
<https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>
- Schibeci, R. et Lee, L. (2003). Portrayals of science and scientists, and science for citizenship. *Research in Science and Technological Education*, 21(2), 177-192.
<https://doi.org/10.1080/0263514032000127220>
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 299-323. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_5
- Schiefele, U., Krapp, A., Prenzel, M., Heiland, A. et Kasten, H. (1983, juillet). *Principles of an educational theory of interest* [Communication]. 7th Meeting of the International Society for the Study of Behavioral Development, Munich.
- Schraw, G. et Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52.
<https://doi.org/10.1023/A:1009004801455>
- Schunn, C. (2011). *Design principles for high school engineering design challenges: Experiences from high school science classrooms*. National Center for Engineering and Technology Education [NCETE].
- Semela, T. (2010). Who is joining physics and why? Factors influencing the choice of physics among ethiopian university students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 5(3), 319-340.
<http://www.ijese.net/makale/1419.html>
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. et Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00667a>
- Shanahan, B. (2006). The secrets to increasing females in technology. *The Technology Teacher*, 66(2), 22-25.

- Shanahan, L. E., McVee, M. B., Slivestri, K. N. et Haq, K. (2016). Disciplinary literacies in an engineering club: Exploring productive communication and the engineering design process. *Literacy Research: Theory, Method, and Practice*, 65(1), 404-420. <https://doi.org/10.1177/2381336916661534>
- Siegel, M. A. et Ranney, M. A. (2003). Developing the changes in attitude about the relevance of science (CARS) questionnaire and assessing two high school science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 757-775. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.10110>
- Silver, E. A., Mesa, V. M., Morris, K. A., Star, J. R. et Benken, B. M. (2009). Teaching mathematics for understanding: an analysis of lessons submitted by teachers seeking NBPTS certification. *American Educational Research Journal*, 46(2), 501-531. <https://doi.org/10.3102/0002831208326559>
- Silvia, P. J. (2001). Interest and interests: The psychology of constructive capriciousness. *Review of General Psychology*, 5(3), 270-290. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.5.3.270>
- Simpkins, S. D. et Davis-Kean, P. E. (2005). The intersection between self-concepts and values: Links between beliefs and choices in high school. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2005(110), 31-47. <https://doi.org/10.1002/cd.148>
- Sládek, P., Milěř, T. et Benárová, R. (2011). How to increase students' interest in science and technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 12, 168-174. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.02.024>
- Sneider, C. (2011). *A possible pathway for high school science in a STEM world*. National Center for Engineering and Technology Education (NCETE).
- Stables, K. (1997). Critical issues to consider when introducing technology education into the curriculum of young learners. *Journal of Technology Education*, 8(2), 5-65. <http://dx.doi.org/10.21061/jte.v8i2.a.4>

- Sung, E. et Kelley, T. R. (2019). Identifying design process patterns: A sequential analysis study of design thinking. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 283-302. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9448-1>
- Swarat, S., Ortony, A. et Revelle, W. (2012). Activity matters: Understanding student interest in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 515-537. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21010>
- Taleyarkhan, M., Dasgupta, C., Garcia, J. M. et Magana, A. J. (2018). Investigating the impact of using a CAD simulation tool on students' learning of design thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 334-347. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9727-3>
- Tapola, A., Veermans, M. et Niemivirta, M. (2013). Predictors and outcomes of situational interest during a science learning task. *Instructional Science*, 41(6), 1047-1064. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9273-6>
- Thoman, D. B., Sansone, C. et Pasupathi, M. (2007). Talking about interest: Exploring the role of social interaction for regulating motivation and the interest experience. *Journal of Happiness Studies*, 8(3), 335-370. <https://doi.org/10.1007/s10902-006-9016-3>
- Thorndike, E. L. (1935). *The psychology of wants, interests and attitudes*. Appleton-Century.
- Tomkins, S. S. (1991). *Affect imagery consciousness. Volume III: The negative affects: Anger and fear*. Springer.
- Turner Jr, K. L., Kirby, M. et Bober, S. (2016). Engineering design for engineering design: Benefits, models, and examples from practice. *Inquiry in Education*, 8(2), article 5, 1-12. <https://digitalcommons.nl.edu/ie/vol8/iss2/5>
- Turner, S. et Peck, D. (2009). Can we do School science better? Facing the problem of student engagement. *Education Canada*, 49(2), 54-57. <https://www.edcan.ca/wp-content/uploads/EdCan-2009-v49-n2-Turner.pdf>

- Tyler-Wood, T., Ellison, A., Lim, O. et Periathiruvadi, S. (2012). Bringing up girls in science (BUGS): The effectiveness of an afterschool environmental science program for increasing female students' interest in science careers. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 46-55.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10956-011-9279-2>
- Ullman, D. G. (2010). *The mechanical design process* (4^e éd.). McGraw-Hill.
- Weber, K. (2012). Gender differences in interest, perceived personal capacity, and participation in STEM-related activities. *Journal of Technology Education* 24(1), 18-33. <http://dx.doi.org/10.21061/jte.v24i1.a.2>
- Weber, K. et Custer, R. L. (2005). Gender-based preferences toward technology education content, activities, and instructional methods. *Journal of Technology Education*, 16(2), 55-71. <http://doi.org/10.21061/jte.v16i2.a.4>
- Weinburgh, M. H. et Steele, D. (2000). The modified attitudes toward science inventory: Developing an instrument to be used with fifth grade urban students. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 6(1), 87-94.
<http://dx.doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.v6.i1.50>
- White, K. (2015). Are we serious about keeping women in science? *Australian Universities' Review*, 57(2), 84-86.
<https://www.researchgate.net/publication/282946109>
- Wicklein, R. C., Smith Jr, P. C. et Kim, S. J. (2009). Essential concepts of engineering design curriculum in secondary technology education. *Journal of Technology Education*, 20(2), 65-80. <http://doi.org/10.21061/jte.v20i2.a.5>
- Wicklund, R. A. et Brehm, J. W. (1976). *Perspectives on cognitive dissonance*. Erlbaum.
- Wijsman, L. A., Warrens, M. J., Saab, N., Van Driel, J. H. et Westenberg, P. M. (2016). Declining trends in student performance in lower secondary education. *European Journal of Psychology of Education*, 31(4), 595-612.
<https://doi.org/10.1007/s10212-015-0277-2>

- Wilson, V. et Harris, M. (2004). Creating change? A review of the impact of design and technology in schools in England. *Journal of Technology Education*, 15(2), 46-65. <http://dx.doi.org/10.21061/jte.v15i2.a.4>
- Wilson-Lopez, A., Gregory, S. et Larsen, V. (2016). Reading and engineering: Elementary students' co-application of comprehension strategies and engineering design processes. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(2), article 3, 39-57. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1116>
- Wininger, S. R., Adkins, O., Inman, T. F. et Roberts, J. (2014). Development of a student interest in mathematics scale for gifted and talented programming identification. *Journal of Advanced Academics*, 25(4), 403-421. <https://doi.org/10.1177/1932202X14549354>
- Wiśniewska, D. (2013). Interest and interest-enhancing strategies of adolescent EFL learners. *ELT Journal*, 67(2), 210-219. <http://dx.doi.org/10.1093/elt/ccs079>
- Wojcieszak, E. et Zaid, A. (2016). L'accompagnement en sciences et technologie à l'école primaire : entre médiation didactique et médiation d'expertise scientifique. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (13), 103-132. <https://doi.org/10.4000/rdst.1328>
- Xu, M., Fralick, D., Zheng, J. Z., Wang, B., Tu, X. M. et Feng, C. (2017). The differences and similarities between two-sample *t*-test and paired *t*-test. *Shanghai Archives of Psychiatry*, 29(3), 184-188. <https://doi.org/10.11919/j.issn.1002-0829.217070>
- Yang, M. C. (2005). A study of prototypes, design activity, and design outcome. *Design Studies*, 26(6), 649-669. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.04.005>
- Zeiler, W., Savanovic, P. et Quanjel, E. (2007, 12-15 novembre). *Design decision support for the conceptual phase of the design process* [Communication]. International Association of societies of design research: Emerging trends in design research, Hong Kong.

Zhou, N., Pereira, N. L., George, T. T., Alperovich, J., Booth, J., Chandrasegaran, S., Tew, J. D., Kulkarni, D. M. et Ramani, K. (2017). The influence of toy design activities on middle school students' understanding of the engineering design processes. *Journal of Science Education and Technology*, 26(5), 481-493.
<https://doi.org/10.1007/s10956-017-9693-1>