

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

**L'EFFET DE L'APPRENTISSAGE COLLABORATIF SUR LE CHANGEMENT CONCEPTUEL
ET L'INTERET A L'EGARD DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE AU SECONDAIRE**

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR

ERIC DUROCHER

MARS 2018

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

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

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce projet de recherche a été pour moi une expérience extrêmement enrichissante qui n'aurait pas vu le jour sans l'encouragement et le soutien de plusieurs personnes.

Je remercie Patrice Potvin d'avoir tout d'abord persévéré pendant cinq ans afin de me convaincre d'entamer ce beau projet et d'avoir su, par la suite, me guider, m'appuyer, me motiver et me transmettre sa passion pour la recherche en éducation.

Merci à la commission scolaire Marguerite-Bourgeoys et à l'école secondaire Dalbé-Viau de m'avoir donné la chance de réaliser ce projet de recherche et de m'avoir fourni les conditions nécessaires à sa réussite.

Merci également à Anne-Marie Roy, Julie Brisson, Michèle Boissonneault et Annabelle Gingras pour vos conseils, vos encouragements et vos lectures attentives.

En terminant, je souhaite remercier mes parents d'être des modèles de persévérance et de m'avoir permis de croire en moi. Merci d'être toujours là pour moi, cet accomplissement, c'est aussi le vôtre!

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	II
TABLE DES MATIÈRES	III
LISTE DES FIGURES.....	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
RÉSUMÉ.....	IX
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE	4
1.1. Problème du changement conceptuel.....	5
1.2. Problème de l'intérêt pour les sciences.....	7
1.3. Apport possible de l'apprentissage collaboratif.....	9
CHAPITRE 2 CADRE THÉORIQUE.....	11
2.1. Changement conceptuel	11
2.1.1. La prise en compte des préconceptions en enseignement des sciences .	12
2.1.2. Méthodes pour produire un changement conceptuel	14
2.2. Intérêt à l'égard des sciences et de la technologie	19
2.2.1. Définition de l'intérêt.....	19
2.2.2. Facteurs influençant l'intérêt à l'égard des sciences.....	21
2.2.3. Déclin de l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie	26
2.3. Apprentissage collaboratif	27

2.3.1. Définition de collaboration	27
2.3.2. Distinction entre collaboration et coopération.....	29
2.3.3. Apprentissage collaboratif : le « pourquoi ».....	31
2.3.4. Facteurs favorisant l'apprentissage par la collaboration.....	34
2.4. Recherches similaires.....	37
2.5. Hypothèses de recherche.....	40
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	42
3.1. Choix du milieu et des participants.....	42
3.2. Intervention	45
3.3. Méthode et outils de collecte de données.....	53
3.4. Procédure éthique face à la participation des élèves.....	57
CHAPITRE 4 RÉSULTATS	59
4.1. Description des résultats obtenus à l'aide du questionnaire sur l'intérêt..	60
4.2. Description des résultats obtenus à l'aide du test conceptuel	63
4.3. Descriptions des résultats scolaires.....	66
4.4. Analyse du cheminement	68
CHAPITRE 5 DISCUSSION	75
5.1. Effet de l'apprentissage collaboratif sur l'intérêt.....	76
5.2. Effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel.....	77
5.3. Effet de l'apprentissage collaboratif sur les résultats scolaires.....	78
5.4. Ce que nous révèle l'analyse du cheminement	80
CONCLUSION	84
Limites de la recherche	85
Incidences possibles pour l'enseignement et la recherche.....	88
ANNEXE A TEST DE CONCEPTIONS SCIENTIFIQUES DES ÉLÈVES DE 1er SECONDAIRE	92

ANNEXE B QUESTIONNAIRE LONGITUDINAL ENQUÊTE SUR L'INTÉRÊT DES JEUNES À L'ÉGARD DE LA SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE (S&T)	113
BIBLIOGRAPHIE	120

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Une des classes proposant un environnement d'apprentissage collaboratif et technologique de l'école secondaire Dalbé-Viau.	44
2	Conditions contrôle et expérimentale des deux groupes d'élèves	45
3	Évolution de l'intérêt individuel des élèves à l'égard des sciences durant l'année scolaire	61
4	Évolution des conceptions scientifiques des élèves durant l'année scolaire	64
5	Évolution des résultats scolaires des élèves durant l'année scolaire	67
6	Analyse du cheminement en fonction des trois prises de données	74
7	Analyse du cheminement faisant ressortir les relations significatives...	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1	Distinction entre coopération et collaboration.....	31
2	Facteurs favorisant l'apprentissage par la collaboration.....	37
3	Résumé d'une séquence d'enseignement sur l'alternance des jours et des nuits en comparant le groupe contrôle et le groupe expérimental.	48
4	Résumé d'une séquence d'enseignement sur les propriétés caractéristiques de la matière en comparant le groupe contrôle et le groupe expérimental.	52
5	Calendrier des collectes de données	57
6	Comparaison des gains d'intérêt entre le début et le milieu de l'année scolaire	62
7	Comparaison des gains d'intérêt entre le milieu et la fin de l'année scolaire	62
8	Comparaison des gains d'intérêt entre le début et la fin de l'année scolaire	63
9	Comparaison des gains conceptuels entre le début et le milieu de l'année scolaire	65
10	Comparaison des gains conceptuels entre le milieu et la fin de l'année scolaire	65
11	Comparaison des gains conceptuels entre le début et la fin de l'année scolaire	66
12	Gain des résultats scolaires entre le début et le milieu de l'année scolaire	68

13	Gain des résultats scolaires entre le milieu et la fin de l'année scolaire	68
14	Gain des résultats scolaires entre le début et la fin de l'année scolaire	. 68
15	Influence des variables en début d'année scolaire sur l'intérêt en milieu d'année scolaire	69
16	Influence des variables en début d'année scolaire sur les conceptions en milieu d'année scolaire	70
17	Influence des variables en début d'année scolaire sur les résultats scolaires en milieu d'année scolaire	71
18	Influence des variables en milieu d'année scolaire sur l'intérêt en fin d'année scolaire	72
19	Influence des variables en milieu d'année scolaire sur les conceptions en fin d'année scolaire	72
20	Influence des variables en milieu d'année scolaire sur les résultats scolaires en fin d'année scolaire	73

RÉSUMÉ

Produire des changements conceptuels représente encore aujourd'hui un défi majeur dans l'enseignement des sciences et de la technologie. Il s'avère, en effet, difficile pour la majorité des enseignants de parvenir à faire abandonner aux élèves leurs conceptions initiales au profit des connaissances scientifiques présentées en classe. Il semble tout aussi difficile de réussir à maintenir l'intérêt des élèves à l'égard des sciences et de la technologie alors que nous enregistrons un désintérêt tout au long du parcours scolaire des élèves. Identifié par plusieurs comme facteur de réussite, l'intérêt influence aussi grandement le désir des élèves à entreprendre des études postsecondaires dans un domaine scientifique et à envisager une carrière scientifique.

Plusieurs facteurs semblent influencer à la fois le changement conceptuel et l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie. L'apprentissage collaboratif représente une solution intéressante qui réunit plusieurs conditions visant à faciliter le changement conceptuel chez les élèves et de maintenir leur intérêt à l'égard des sciences et de la technologie.

La recherche présentée dans le cadre de ce mémoire a pour objectif de mesurer l'effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel et l'intérêt à l'égard des sciences lorsqu'il est utilisé sur une période d'une année scolaire entière. Pour y arriver, nous avons comparé un groupe d'élèves recevant un enseignement magistral à un groupe d'élèves réalisant des apprentissages collaboratifs. À l'aide d'un test de conceptions, d'un questionnaire d'intérêt et des résultats scolaires, nous avons été en mesure d'observer une différence significative entre les deux groupes en lien avec le changement conceptuel. Une analyse du cheminement nous permet aussi d'entrevoir un effet significatif sur le changement conceptuel en cours d'année en plus d'observer un effet indirect de la collaboration sur l'intérêt à l'égard des sciences en fin d'année scolaire.

Mots-clés : Didactique des sciences, apprentissage collaboratif, changement conceptuel, intérêt

INTRODUCTION

Durant mes cinq premières années d'enseignement en sciences et technologie au secondaire, j'ai cherché à produire des apprentissages de qualité et durables pour l'ensemble de mes élèves. Bien entendu, j'ai été confronté au fait que mes élèves arrivaient en classe avec un certain bagage de connaissances qui résistait à mon enseignement, rendant ma tâche encore plus difficile. Mais, ce n'était pas le seul défi auquel j'ai dû faire face. Je me suis aussi heurté au désintérêt de mes élèves à l'égard des sciences et de la technologie. Il m'apparaissait que plus l'année scolaire avançait et moins mes cours de sciences semblaient les fasciner et les motiver.

La présence de conceptions initiales en science est bien documentée dans la littérature et il est décrit comme le principal défi de la didactique des sciences (DiSessa, 2006). Ces préconceptions scientifiques, souvent fausses, doivent faire place lors de l'apprentissage aux concepts scientifiques. Ce mécanisme est appelé un changement conceptuel. Alors que certains chercheurs tentent d'en comprendre le fonctionnement, d'autres essaient d'établir les stratégies et les moyens pédagogiques les plus efficaces pour amener les élèves à passer d'une fausse conception à une conception scientifique.

Autre phénomène largement observé à travers le monde, le déclin de l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie semble être inévitable et avoir des répercussions importantes sur la réussite scolaire (Krapp et Prenzel, 2011) ainsi que le choix d'envisager des études postsecondaires en sciences ([OECD], 2008). Encore

plus important, lors de la transition vers le secondaire, ce déclin se poursuit tout au long du parcours scolaire alors que l'importance accordée à la science par les élèves se maintient dans le temps, nous laissant croire à l'existence de facteurs scolaires influençant négativement cet intérêt.

Dans cette quête pour produire des apprentissages durables et dépourvus de conceptions non scientifiques tout en maintenant l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie, il nous a semblé que l'apprentissage collaboratif était susceptible de réunir plusieurs des conditions nécessaires permettant de relever ce défi (Akinbobola, 2009; Winer et al., 2000). C'est pourquoi nous avons choisi de réaliser cette recherche quantitative s'échelonnant sur une année scolaire complète permettant de comparer deux groupes d'élèves soumis à un type enseignement différent.

Le premier chapitre de ce mémoire pose la problématique de cette recherche en présentant l'état des connaissances sur le changement conceptuel et de l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie, tout en mentionnant l'apport possible de l'apprentissage collaboratif. Le second chapitre est consacré au cadre théorique en abordant tout d'abord l'importance des préconceptions et des méthodes mentionnées dans la recherche pour produire un changement conceptuel. Nous nous intéressons, par la suite, à l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie en définissant cet intérêt pour ensuite identifier les facteurs ayant possiblement un effet sur son déclin. Nous clôturerons ce chapitre en définissant et en présentant les fondements théoriques de l'apprentissage collaboratif pour finalement présenter des recherches similaires répertoriées. Nous aborderons dans le chapitre 3 la méthodologie de recherche choisie ainsi que les outils de collecte de données. Le chapitre 4 est consacré à la présentation des résultats obtenus par les trois outils de

collecte pour ensuite en faire une analyse détaillée dans le chapitre 5, dans le cadre d'une discussion plus élargie. Finalement, la conclusion portera sur les limites de la recherche ainsi que les incidences potentielles de ce projet de recherche en enseignement.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE

Afin de bien comprendre les défis auxquels les enseignants de sciences doivent faire face, il faut tout d'abord comprendre que nous entretenons tous des conceptions initiales construites à partir de déductions et d'observations de phénomènes ou encore provenant d'illustrations, de vulgarisations maladroites ou encore d'expressions populaires qui nous amènent à associer une explication à un concept scientifique. Les illustrations du système solaire en sont un bon exemple: étant impossible de créer une image respectant les dimensions, les distances et les orbites, il est nécessaire de faire des compromis qui peuvent être à l'origine de concepts erronés sur l'astronomie (Potvin, 2011). Ces images peuvent entre autres être responsables de l'idée que les planètes sont très proches les unes des autres. Les vulgarisations maladroites peuvent aussi être à l'origine de fausses conceptions ou du renforcement de celles-ci. Par exemple, certaines vulgarisations vont introduire l'idée qu'il n'y a pas de mouvement sans force alors que c'est plutôt des modifications dans le mouvement qui sont produites par une force (Disessa et Sherin, 1998). Les idées populaires, par exemple selon laquelle les objets lourds coulent et les objets légers flottent, peuvent aussi être une source de conceptions erronées qui rendent l'enseignement des sciences beaucoup plus complexe (Potvin, 2011). Comprendre et découvrir ces conceptions est une partie de la tâche de

l'enseignant de sciences, mais ce dernier doit aussi confronter et modifier ces conceptions initiales. L'objectif de l'enseignant est donc d'amener l'élève à passer de sa conception initiale vers la conception scientifique, c'est-à-dire effectuer un changement conceptuel (Posner et al., 1982). Cette tâche, malgré qu'elle puisse d'un premier abord sembler plutôt simple, fait l'objet de nombreuses recherches depuis plus de 40 ans, et tente de mieux comprendre les mécanismes qui se trouvent à l'origine des conceptions ainsi que les moyens pour amener les élèves à vivre ce changement conceptuel.

1.1. Problème du changement conceptuel

Il ne suffit pas de présenter un concept aux élèves pour qu'ils y adhèrent et réalisent le changement souhaité. Étant donné que la découverte et l'acquisition des concepts scientifiques sont le résultat d'observations et d'expérimentations, les enfants, dès leur jeune âge, se construisent une compréhension des phénomènes observés qui leur est propre et qui leur semble logique et fonctionnelle. Lorsqu'ils sont confrontés à un problème, ils font appel à ces connaissances pour tenter de le résoudre (Baser, 2006). Ces conceptions initiales ainsi acquises, aussi appelées préconceptions, conceptions erronées ou fausses conceptions, représentent un défi de taille en didactique des sciences (Potvin et al., 2014; Potvin et al., 2012; Vosniadou et al., 2001). En effet, ces conceptions initiales ne représentent pas toujours un atout pour l'apprentissage des sciences. Elles sont plutôt considérées comme une source importante d'interférence dans l'apprentissage des conceptions scientifiques, car les conceptions initiales sont souvent fausses du point de vue scientifique et comportent leur lot d'incohérences (Baser, 2006). Elles sont aussi

considérées comme très persistantes et résistantes à l'enseignement (Harrison et al., 1999). De même, des recherches en neuroéducation ont démontré que notre cerveau dispose de processus de détection de l'erreur qui se mettent en branle lorsque nous sommes confrontés à des informations qui vont en contradiction avec nos connaissances sur un sujet (Fugelsang et Dunbar, 2005). C'est ce phénomène qui amènerait les élèves à détourner l'attention des données qui contredisent leurs conceptions initiales et les entraînent à attacher plus d'importance aux données qui y correspondent plutôt qu'au concept scientifique à l'étude (Masson, 2007b). En effet, il n'est pas rare de voir dès élèves résister à certaines explications, persuadés de déjà bien connaître le concept enseigné. Selon Posner, Strike, Hewson et Gertzog (1982), il est important, pour qu'ait lieu un changement conceptuel, que l'élève soit confronté à une situation pour laquelle sa conception ne le satisfait plus. Il est ainsi amené à envisager un concept alternatif qui correspond mieux aux nouvelles situations rencontrées.

Il est facile de comprendre que les préconceptions et le changement conceptuel représentent un véritable problème pour l'enseignement des sciences. Plusieurs chercheurs s'efforcent de comprendre et de proposer des moyens pour favoriser les changements conceptuels. L'utilisation du conflit cognitif est l'une des opérations les plus fréquemment utilisées pour favoriser ce changement conceptuel. Il est présenté par Lee et coll. (2003) comme un état dans lequel on remarque un décalage important entre sa compréhension et celle présentée. Toutefois, certains chercheurs remettent en question l'impact de cette méthode et suggèrent même qu'elle ne pourrait pas toujours conduire aux changements souhaités (Masson, 2007a; Vosniadou et Ioannides, 1998). L'explicitation des conceptions initiales des élèves, qui consiste à inciter les élèves à présenter et à expliquer leurs conceptions initiales à leurs pairs ou à leur enseignant, est une autre stratégie couramment

utilisée et rapportée dans la littérature. Malgré qu'il ait été démontré par Potvin, Mercier et Charland (2012) que cette méthode avait un effet bénéfique sur le changement conceptuel, d'autres chercheurs affirment que l'explicitation est à proscrire, car elle pourrait, dans certains cas, produire un effet de « contamination » entre les élèves d'une même classe et augmenter la confusion (Whitehouse et al., 2008). Dans le même ordre d'idée, la discussion libre entre les élèves entraînerait parfois, selon Hynd, McWhorter, Phares et Suttles (1994), une consolidation des fausses conceptions ou même l'acquisition de nouvelles conceptions erronées.

1.2. Problème de l'intérêt pour les sciences

Souvent pointé du doigt comme responsable des difficultés et de l'échec des élèves, le manque d'intérêt ou de motivation fait partie des importantes préoccupations des enseignants et des chercheurs depuis très longtemps (Akinbobola, 2009; Osborne et al., 2003). Ce problème est d'autant important que de nombreuses recherches dénotent une perte majeure de l'intérêt des jeunes à l'égard de la science tout au long de leur parcours scolaire (Christidou, 2011). En effet, alors que les enfants d'un très jeune âge démontrent un intérêt marqué pour les sciences, une perte de leur intérêt est observée entre autres lors de la transition du primaire vers le secondaire (Braund et Driver, 2005; Reid et Skryabina, 2002; Sorge, 2007). Cette baisse est observée principalement en ce qui concerne les sciences vécues à l'école alors que l'importance accordée à la science reste inchangée (Barmby et al., 2008). Le même phénomène est observé chez les élèves jugés ayant des aptitudes marqués pour les sciences alors qu'ils affichent malgré tout un désintérêt et ne s'engagent pas souvent dans des études supérieures en sciences (Krapp et Prenzel, 2011). Ce

phénomène a, selon l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE) (2006, 2008), un effet négatif important sur le choix d'études postsecondaires fait par les élèves en plus d'accentuer la pénurie de main-d'oeuvre dans les carrières liées aux domaines de la science et de la technologie. En effet, les élèves perdent rapidement leur intérêt pour les sciences et cessent d'envisager une carrière future dans un domaine scientifique (Christidou, 2011).

Alors que la motivation scolaire est parfois attribuée à des facteurs extrascolaires (Welch et Huffman, 2011), les approches pédagogiques utilisées en classe par les enseignants semblent avoir un effet bien plus important sur celle-ci (Potvin et Hasni, 2014b). Comme le démontre la recherche de Akinbobola (2009), les approches pédagogiques n'ont pas toutes le même impact sur l'intérêt pour les sciences et la technologie. Effectivement, ce dernier a découvert que l'apprentissage collaboratif a un bien plus grand impact sur l'intérêt lorsqu'on le compare à un environnement mettant de l'avant la compétition ou l'apprentissage individualisé. L'apprentissage par problème, au même titre que l'apprentissage collaboratif, est considéré comme une approche ayant un effet positif important sur l'intérêt (Potvin et Hasni, 2013). Malgré le nombre important de recherches portant sur l'intérêt pour les sciences, les auteurs Potvin et Hasni (2014b) mentionnent, en conclusion de leur méta-analyse des écrits portant sur le sujet, le besoin de recherches longitudinales permettant de confirmer les méthodes pédagogiques ayant le plus grand effet sur l'intérêt pour les sciences et la technologie à l'école.

1.3. Apport possible de l'apprentissage collaboratif

Malgré les bénéfices apparents de plusieurs méthodes de changement conceptuel comme le conflit cognitif et l'explicitation des conceptions, la mise en place de telles pratiques en classe semble parfois irréaliste;

« But in a real class context, with crowded classrooms, teachers do not always have time to develop pedagogy that implement socio-constructivist models right to the end or for the full benefit of each one of their students » (Potvin et al., 2012, p. 414)¹.

C'est pour cette raison que l'apprentissage collaboratif se présente comme une possible solution à la mise en place de ces différentes théories et pourrait être une méthode d'enseignement conduisant au changement conceptuel, en plus d'avoir par la même occasion un effet positif sur l'intérêt pour les sciences.

Cette façon d'apprendre, utilisée avec parcimonie au Québec (Kingsbury, 2012), mais qui connaît depuis peu une popularité grandissante, nous pousse à nous demander **dans quelle mesure la mise en place d'un environnement d'apprentissage collaboratif influence l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie et conduit à une meilleure connaissance et à un meilleur changement conceptuel en sciences et technologie au secondaire?** Cette question, basée sur une pratique originale et établie dans quelques rares écoles secondaires au Québec, tentera d'être répondue à l'aide de données quantitatives recueillies par un test standardisé des concepts abordés au premier cycle du secondaire en sciences et

¹ Traduction libre : *Mais dans un contexte de classe réel, avec des salles de classe surchargées, les enseignants n'ont pas toujours le temps de développer une pédagogie mettant en œuvre des modèles socio-constructivistes jusqu'au bout ou au profit de chacun de leurs élèves.*

technologie au Québec, un questionnaire sur l'intérêt ainsi que les résultats scolaires inscrits au bulletin des élèves. Ces outils de collecte ont été utilisés à trois reprises durant l'année scolaire pour un groupe contrôle et un groupe expérimental. Pour en faciliter sa compréhension et ultérieurement son analyse, cette question de recherche est divisée en trois sous questions.

- Quel est l'effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel en sciences et technologie?
- Quel est l'effet de l'apprentissage collaboratif sur l'intérêt des élèves à l'égard des sciences et de la technologie à l'école?
- Quel est l'effet de l'apprentissage collaboratif sur les résultats scolaires?

CHAPITRE 2

CADRE THÉORIQUE

Avant même d'aborder le thème du changement conceptuel, de l'intérêt et de la collaboration, il semble important de définir la notion de concept. Selon Reuter, « un concept est une construction rendant compte de caractéristiques communes à un ensemble d'objets, de faits ou de phénomènes » (2013, p. 1). Cette définition nous renvoie à l'idée qu'un concept doit être construit et ne peut pas être directement transmis. De ce fait, il est nécessaire d'amener l'apprenant à s'en faire une représentation (Migne, 1969). Dans le même ordre d'idée, Astolfi (2002) présente un concept non pas comme un fait brut que nous devons simplement mémoriser, mais comme un système complexe reliant différentes connaissances. L'apprentissage d'un concept ne se réduit donc pas à la mémorisation de sa définition, mais plutôt comme le positionnement de celui-ci dans un réseau de connaissances ayant du sens pour l'élève (Reuter et al., 2013).

2.1. Changement conceptuel

Cette façon d'envisager la notion de concept repose sur l'idée que l'apprenant possède souvent une connaissance initiale des concepts scientifiques. En effet, face à un phénomène naturel, nous tentons, inconsciemment, d'y trouver une explication et de s'en bâtir une compréhension. Ainsi, les gens élaborent, souvent de manière automatique, leurs conceptions à partir de leurs observations et de leurs connaissances antérieures. Celles-ci semblent souvent, à première vue, « faire du sens » et expliquer de manière satisfaisante les phénomènes observés. Toutefois, ces explications initiales s'avèrent souvent incorrectes ou non-compatibles avec les conceptions scientifiques. Cette situation représente un des défis majeurs de l'enseignement des sciences (Bryan, 2000). Comme l'indique Astolfi, « un concept fonctionne toujours en relation avec d'autres concepts théoriques et techniques » (Astolfi et al., 2008a, p. 25); plutôt que d'entrevoir les concepts comme une accumulation de données, ceux-ci sont alors considérés comme un réseau dépendant et comme ayant une influence les uns sur les autres. Cette interdépendance des concepts scientifiques conduit à accorder une valeur importante aux conceptions initiales des élèves dans l'apprentissage des sciences.

2.1.1. La prise en compte des préconceptions en enseignement des sciences

Étant donné que les élèves arrivent en cours de sciences en possédant déjà un bagage de connaissances et de croyances personnelles (Eryilmaz, 2002; Posner et al., 1982), leurs représentations des concepts scientifiques en sont teintées. Harrison et al. (1999) ont démontré que même les étudiants de niveau universitaire en physique possèdent des préconceptions scientifiques. Celles-ci sont aussi

appelées, selon les auteurs, *fausses conceptions*, conceptions *erronées* ou encore conceptions *initiales*. La présence de préconceptions chez les élèves amène à entrevoir l'enseignement des sciences d'une toute autre façon qui exige de réussir à produire un changement conceptuel (DiSessa, 2006). L'apprentissage d'un nouveau concept n'est alors plus considéré comme un simple ajout de concept, mais comme un processus par lequel l'apprenant doit réorganiser ses connaissances afin de passer d'une préconception à une conception scientifique (Vosniadou et al., 2001). Posner (1982) compare le changement conceptuel au processus réalisé par les scientifiques lorsqu'ils sont face à des données ne correspondant pas à leurs représentations. Confronté à ces données empiriques, l'apprenant se verra contraint vraisemblablement de modifier sa conception initiale. Malgré que cela puisse paraître simple, ce changement conceptuel est un défi considérable pour la didactique des sciences (Dunbar et al., 2007). Les élèves ont en effet tendance à conserver et à faire référence à leurs conceptions initiales mêmes après un enseignement magistral (Chiu et al., 2016). Plusieurs recherches abondent dans le même sens en démontrant que malgré l'apprentissage et l'acquisition d'une conception scientifique dans le cadre d'un cours de science, l'apprenant a malgré tout parfois tendance à refaire appel à sa conception initiale aussitôt que nous changeons le concept de contexte ou que nous espaçons l'évaluation du moment d'enseignement (Çepni et Şahin, 2012; Harrison et al., 1999; Masson, 2007a; Potvin et al., 2015).

Les préconceptions, bien ancrées chez les élèves et expliquant souvent de manière relativement satisfaisante les phénomènes qui les entourent, sont considérées comme très résistantes aux pratiques pédagogiques magistrales mises en place dans les salles des classes (Tao et Gunstone, 1999). Selon certains auteurs, le changement conceptuel serait même impossible à réaliser totalement. Duit et al. (2003)

mentionnent qu'aucune étude n'a démontré que la préconception d'un élève pouvait être détruite et remplacée par une autre. Les recherches ont plutôt tendance à démontrer que les conceptions initiales restent toujours présentes « usually the best that could be achieved was a peripheral conceptual change in that parts of the initial idea merge with parts of the new idea to form some sort of hybrid idea » (Duit et Treagust, 2003, p. 674). Les découvertes en neurodidactique des sciences confirment qu'une conception initiale persiste et coexiste avec la conception scientifique même après l'enseignement et même après avoir fait la preuve que l'apprenant ne faisait plus appel à celle-ci. Il n'y aurait donc pas de changement proprement dit, mais une inhibition de la préconception en faveur de la conception scientifique (Masson, 2007a; Potvin et al., 2015). Démontrant aussi la difficulté de produire un changement conceptuel, Fugelsang (2005) mentionne que souvent l'élève n'amorcera même pas ce processus, percevant la conception scientifique enseignée comme une erreur : « One possibility is that reasoners quickly accept with little deliberation data encountered while evaluating a plausible theory and closely scrutinize data encountered while evaluating an implausible theory » (Fugelsang et Dunbar, 2005, p. 1205) ou encore étant persuadé de déjà posséder cette connaissance.

2.1.2. Méthodes pour produire un changement conceptuel

L'influence négative des fausses conceptions lors des apprentissages scientifiques a grandement été documentée dans les années 1970 et 1980. Parmi les auteurs qui ont contribué à cette documentation, mentionnons Haekins (1978), Clément (1982) et Minstrell (1982). Dans son texte « A history of Conceptuel Change Research »

DiSessa (2006) présente, tout en traçant un portrait des premiers modèles de changement conceptuel, le modèle rationnel (« *rational model* ») comme le plus répandu dans la littérature. Adopté par Posner (1982), cette théorie repose sur l'idée que les élèves doivent avoir une bonne raison d'abandonner leurs préconceptions et d'adopter la conception scientifique présentée par l'enseignant. Dans ce contexte, pour produire un changement conceptuel, l'enseignant doit faire vivre les quatre conditions suivantes aux élèves. Premièrement, il doit créer une insatisfaction quant à leur conception initiale. L'élève doit comprendre que sa compréhension comporte des lacunes qui l'empêchent d'expliquer convenablement un phénomène. Deuxièmement, l'élève doit être exposé à une nouvelle conception qui doit être intelligible. Troisièmement, cette nouvelle conception doit permettre de résoudre le problème initial ayant créé une insatisfaction chez l'élève. Finalement, ce nouveau concept doit ouvrir les portes à de nouvelles avenues et résoudre de nouveaux problèmes. Les chercheurs vont généralement étudier les modifications dans les conceptions des élèves avec des tests qui contiennent des leurres ou des distracteurs. Ceux-ci correspondent souvent à des conceptions fréquentes et les élèves qui y adhèrent vont plus facilement se faire piéger. On espère qu'un changement conceptuel permettra aux élèves de choisir désormais les bonnes réponses, témoignant alors d'un changement, ou d'une restructuration des conceptions.

Le conflit cognitif

Cette idée de créer une insatisfaction quant à la préconception de l'élève a favorisé l'utilisation de conflits cognitifs dans l'enseignement des sciences. Défini par Astolfi (2008b) comme une contradiction ou une incompatibilité entre ses idées, ses

représentations, ses actions et la conception scientifique. Ce conflit peut produire, à la condition que l'élève en ait conscience, une nouvelle conception qui est compatible avec ses observations et qui lui permet d'expliquer la source du conflit. Le conflit cognitif est ainsi vu comme une stratégie permettant de déstabiliser la confiance de l'élève envers sa préconception en lui présentant des expériences et des exemples ne correspondant pas à sa conception initiale afin de l'amener à la remplacer (Kang et al., 2010). Après que l'élève ait pris connaissance de ce conflit cognitif, ce dernier doit être suivi, selon Erylmas (2002), par un ensemble d'expériences permettant de tester et confronter les préconceptions et les nouvelles conceptions présentées. Alors qu'il est l'élément déclencheur chez Erylmas, Potvin (2013) suggère que l'effet peu concluant du conflit cognitif dans le changement conceptuel serait peut-être dû au fait qu'il est souvent mis en place au début du processus d'apprentissage alors que l'élève ne peut se raccrocher à aucun autre concept une fois que le premier ne semble pas satisfaisant. L'apprentissage d'un nouveau concept serait donc un préalable au succès du conflit cognitif conduisant au changement conceptuel. Alors que le conflit cognitif semble être la solution toute indiquée pour produire l'insatisfaction nécessaire à la mise en place d'un changement conceptuel, plusieurs recherches ont démontré que le conflit cognitif ne serait pas un outil suffisamment puissant (Kang et al., 2010) ni facile à mettre en place en classe (Baser, 2006). Pour sa part, Harrison (1999) suggère qu'il existe deux types de changements conceptuels: les faciles et les difficiles. Selon lui, le conflit cognitif ne s'appliquerait qu'au premier type.

L'explicitation des préconceptions

Malgré que l'utilisation du conflit cognitif ne fasse pas consensus en ce qui a trait à l'effet qu'il produit sur le changement conceptuel, il aurait toutefois l'avantage de conduire les élèves à prendre conscience de leurs fausses conceptions. Cette prise de conscience de ses préconceptions est considérée, par plusieurs auteurs, comme un élément essentiel au changement conceptuel (Çepni et Şahin, 2012; Eryilmaz, 2002; Posner et al., 1982). En effet, comment est-il possible de produire un changement conceptuel si nous ne sommes pas conscients de nos propres conceptions et de l'importance de les modifier, les enrichir ou les changer si elles ne correspondent pas à la réalité? Dans cette perspective, l'élève devrait alors être préparé et être conscient du processus de changement conceptuel qu'il s'apprête à vivre (Tao et Gunstone, 1999). Dans le même ordre d'idée, Vosniadou (2001) affirme que, malgré l'investissement important en temps de classe qu'il nécessite, l'exposé de ses préconceptions est essentiel afin que l'élève prenne conscience de ce qu'il lui reste à apprendre. Cette verbalisation des préconceptions en classe pourrait toutefois avoir un effet négatif sur les élèves en introduisant davantage de confusion. Être confronté à plusieurs fausses conceptions pourrait entraîner l'élève à s'approprier de fausses conceptions qu'il ne possédait pas au départ (Potvin et al., 2012) et ainsi augmenter la difficulté de tendre vers la bonne représentation du concept. Malgré cette mise en garde, qui semble bien fondée, la recherche menée par Potvin (2012) démontre que l'exposition en classe aux fausses conceptions des pairs peut avoir un effet bénéfique sur l'apprentissage des élèves en comparaison à des élèves n'ayant pas été encouragés à partager leurs préconceptions.

L'importance de la dimension sociale pour favoriser les changements conceptuels

Cet effet de l'explicitation des préconceptions met en lumière l'importance du contexte social et des interactions que les élèves sont encouragés à vivre en classe. En effet, nous ne pouvons pas nous attendre à voir les élèves partager leurs préconceptions s'il n'y a pas un environnement d'apprentissage encourageant les discussions entre apprenants. De plus, ce type d'environnement est une condition essentielle au partage des idées et des préconceptions (Vosniadou et al., 2001). Les interactions et les discussions en classe entre apprenants sont souvent perçues comme une source de distraction, de perte de temps et de dérapage alors que pour d'autres, elles sont vues comme des moyens d'amener l'élève à être actif dans ses apprentissages. L'apprentissage étant défini par Duit & Treagust (2003) comme un processus actif de la part de l'apprenant, l'interaction et la discussion sont donc des éléments essentiels à mettre en place en classe (Çepni et Şahin, 2012). Ayant réalisé une recherche sur l'effet de la discussion sur le changement conceptuel, Eryilmaz (2002) a démontré que les élèves ayant été encouragés à discuter de leurs préconceptions possédaient à la fin du processus moins de fausses conceptions, en comparaison avec un groupe témoin. Dans le même sens, Baser (2006) a prouvé que le partage entre élèves de leurs incompréhensions et des anomalies observées peut avoir un effet bénéfique sur le changement conceptuel. Cet impact positif de l'interaction ne fait toutefois pas l'unanimité. Ainsi, Hynd (1994) a réalisé une expérience auprès de 26 classes de 9^e et 10^e années afin d'étudier l'effet de la discussion sur les apprentissages. L'auteur conclut que la discussion non dirigée a un effet moins grand sur le changement conceptuel que l'apprentissage individuel soutenu d'une démonstration. Du même avis, Bryan (2000) attire l'attention sur les dangers possibles de l'aspect social chez les adolescents. En effet, il mentionne que l'adolescent recherche énormément l'acceptation des pairs, ce qui a pour effet de

rechercher davantage l'assentiment de ses amis que celui de l'enseignant, rejetant du même coup l'explication scientifique de l'enseignant pour plutôt accepter celle des pairs. Le contexte dans lequel se déroulent ces interactions revêt donc une grande importance. Malgré un effet positif de l'explicitation des fausses conceptions avec des pairs, Potvin (2015) mentionne l'importance de faire suivre cette méthode pédagogique par une activité pédagogique favorisant le conflit cognitif et prenant compte des conceptions initiales des élèves.

2.2. Intérêt à l'égard des sciences et de la technologie

L'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie, considéré par plusieurs auteurs comme prédicteur de réussite (Gottfried et al., 2009; Krapp et Prenzel, 2011; Pan et Gauvain, 2012), fait l'objet de recherches depuis de nombreuses années (Osborne et al., 2003). La présente partie s'attarde aux termes utilisés en recherche pour parler de l'intérêt, pour ensuite aborder les facteurs qui l'influencent et s'intéresser finalement à la question du déclin de l'intérêt.

2.2.1. Définition de l'intérêt

Dans leur méta-analyse sur l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie, Potvin et Hasni (2014b) mentionnent l'utilisation de plusieurs termes par les auteurs poursuivant des recherches en lien avec l'intérêt. Nous y retrouvons principalement

le concept de motivation, d'intérêt et d'attitude. Malgré que certains auteurs les emploient comme des synonymes, la plupart se réfèrent aux caractéristiques propres à chacun d'eux pour les distinguer et y choisir son allégeance.

Que l'on parle de motivation intrinsèque ou extrinsèque, l'idée d'atteindre un but fait consensus lorsqu'on parle de motivation (Potvin et Hasni, 2014b). Changeiywo et coll. (2011) distinguent deux types de motivation: la réalisation d'un apprentissage dans le but d'obtenir une récompense ou une reconnaissance correspond à de la motivation extrinsèque alors qu'un apprentissage effectué pour le plaisir et la curiosité se réfère à la motivation intrinsèque. Ce dernier type de motivation aurait un effet positif bien plus grand, allant jusqu'à avoir une influence sur notre vie personnelle, alors que la motivation extrinsèque est qualifiée de temporaire et s'observe sur une très courte période de temps (Shachar et Fischer, 2004). Selon ces auteurs, il est plutôt difficile pour un enseignant de faire appel à la motivation intrinsèque, car l'école a recours principalement à l'attribution de notes et de punitions comme moteur d'action, tous des facteurs externes.

En comparaison avec la motivation, l'intérêt est généralement présenté comme une relation entre un objet et un individu (Krapp, 2007). Cette relation, qui semble simpliste à première vue, repose toutefois sur des facteurs affectifs, cognitifs ainsi que sur des valeurs personnelles (Hidi et Renninger, 2006). Tout comme pour la motivation, nous faisons référence dans la littérature scientifique à deux types d'intérêt. Le premier, soit l'intérêt individuel, est présenté comme une tendance stable que possède une personne face à un objet d'intérêt et ce, peu importe la tâche à laquelle elle fait face. Le second, l'intérêt situationnel, est quant à lui entièrement dépendant d'une condition spéciale présente à un moment spécifique.

Celle-ci peut être relative à une tâche d'apprentissage, à une activité ou à un enseignant (Ainley et al., 2002; Krapp et Prenzel, 2011).

Pour sa part, le concept d'attitude face à la science se réfère à un sentiment positif ou négatif (George, 2006). De nombreux facteurs en seraient à l'origine, notamment la perception de l'enseignant, l'anxiété envers les sciences, la valeur accordée à la science ainsi que son sentiment d'efficacité (Osborne et al., 2003). De même, l'attitude relativement à la science est souvent présentée comme une condition à mettre en place pour générer l'intérêt (George, 2006). Une distinction entre attitude à l'égard de la science et attitude envers l'utilité de la science est importante à faire. Alors que la première est associée davantage au contexte scolaire ou à un contexte d'apprentissage, la seconde fait référence à l'importance qu'on accorde à la science dans la société. Cette distinction est d'autant plus importante que nous observons souvent une différence importante lorsque nous les comparons. Malgré une attitude négative pour la science à l'école, les gens semblent accorder une grande importance à la science dans notre société (George, 2006).

2.2.2. Facteurs influençant l'intérêt à l'égard des sciences

Comme nous avons pu le constater précédemment, de nombreux facteurs semblent influencer l'intérêt des élèves à l'égard des sciences et de la technologie. Plusieurs d'entre eux ont fait l'objet de recherches. Nous en présentons quelques-uns ici afin de bien en saisir les différentes facettes.

Le stéréotype du scientifique

L'un de ces facteurs, souvent présenté dans la littérature comme le premier facteur d'influence, est l'image que les gens ont d'un scientifique (Finson, 2002). Couramment associée à une personne ayant une intelligence hors du commun (Christidou, 2011), l'image du scientifique est très stéréotypée. Les élèves le représentent majoritairement comme un homme caucasien revêtant un sarrau et dont les cheveux blancs ébouriffés lui donnent l'air un peu fou (Finson, 2002). Les scientifiques sont la plupart du temps considérés comme des gens excentriques pouvant être psychologiquement instables et même potentiellement dangereux (Christidou, 2011). Les élèves associent aussi le scientifique à une personne solitaire qui passe la majorité de son temps dans un laboratoire. Cette absence d'une réelle connaissance du monde de la science et des carrières scientifiques nourrit le manque d'intérêt pour des études supérieures en sciences (Christidou, 2011). La société associe aussi souvent la science à un oiseau de malheur qui détruit le monde par ses innovations scientifiques et technologiques entraînant ainsi une perception négative de la science (Flicker, 2008). Cette représentation est d'autant plus importante que Türkmen (2008) a démontré que moins les élèves possédaient une image stéréotypée du scientifique, plus ils avaient une attitude positive pour les sciences.

L'enseignant et les méthodes d'enseignement

Potvin et Hasni (2014a) identifient, dans leur méta-analyse sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences, l'enseignant et les méthodes d'enseignement comme un des facteurs les plus importants. En effet, de nombreuses recherches semblent indiquer

une relation positive entre l'intérêt des élèves et les enseignants démontrant de l'enthousiasme, de l'encouragement et ayant une proximité avec leurs élèves. Türkmen (2008) mentionne un effet positif sur l'attitude des élèves pour la science lorsque les enseignants encouragent les élèves à être curieux, à se poser des questions et à tester leurs idées et leurs théories. Tout comme Türkmen, Nolen (2003) mentionne que la perception que les élèves ont de leur enseignant influence grandement leur productivité ainsi que leur motivation à accomplir les tâches demandées. Plusieurs auteurs identifient l'enseignant comme le premier facteur d'influence de l'intérêt des élèves à l'égard des sciences (Osborne et al., 2003). On y inclut souvent la préparation de l'enseignant et le type de pratique pédagogique mis de l'avant par ceux-ci (George, 2006).

De ce fait, les méthodes d'enseignement comme la résolution de problème, les tâches pratiques (*hands-on*) ainsi que les environnements d'apprentissage encourageant la recherche et la réflexion sont grandement appréciées des élèves (Potvin et Hasni, 2014b). L'approche par problème a fait l'objet de plusieurs recherches qui, pour la majorité, indiquent un effet important sur l'apprentissage des sciences ainsi que sur l'intérêt (Areepattamannil, 2012). L'effet serait encore plus grand lorsque ce type d'approche pédagogique est fréquemment utilisé (Potvin et Hasni, 2014b). Tout comme l'apprentissage par problème, l'apprentissage collaboratif est considéré comme ayant un effet positif très intéressant sur l'intérêt à l'égard des sciences (Akinbobola, 2009; Potvin et Hasni, 2014b). C'est sans doute pour cette raison que nous observons un plus grand intérêt pour les disciplines scientifiques qui font appel à des concepts concrets et tangibles pouvant être manipulés (Christidou, 2011). À l'opposé, les méthodes d'enseignement basées sur la compétition et la comparaison ont montré des effets négatifs sur l'intérêt (Nolen, 2003).

Le milieu social

Peu de recherches permettent de faire un lien entre le milieu social et économique et l'intérêt d'une jeune. La plupart d'entre elles ne semblent pas présenter d'effet (Osborne et al., 2003; Vedder-Weiss et Fortus, 2011). Certaines recherches établissent toutefois une corrélation intéressante entre l'attitude des parents à l'égard des sciences et l'intérêt de leur enfant (George, 2006). Il ne semble toutefois pas possible d'établir une corrélation entre les écoles ou les élèves provenant de milieu économique plus faible et l'intérêt de ceux-ci à l'égard des sciences (Potvin et Hasni, 2014b).

Si le milieu socio-économique comme facteur d'intérêt important ne fait pas consensus, la participation à des activités scientifiques parascolaire semble démontrer unanimement un effet positif sur l'intérêt. En effet, la participation à des camps scientifiques, des expo-sciences ou des compétitions scientifiques ou technologiques a une influence positive sur l'attitude pour les sciences (Potvin et Hasni, 2014b). Celui-ci pourrait même résister au déclin de l'intérêt observé à l'école (Potvin et Hasni, 2014a). Cet intérêt enregistré pour les sciences extrascolaires semble être prédicteur de la poursuite d'étude en sciences (Osborne et al., 2003).

Le genre

Le genre est considéré comme un facteur important de l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie. Ainsi, les garçons démontrent un intérêt plus grand que les filles (Christidou, 2011; Evans et al., 2002). Toutefois, cette conclusion ne fait

pas l'unanimité, alors que certains auteurs remettent en question cette différence. Elle serait, selon Osborne et coll., « a consequence of cultural socialization that offers girls considerably less opportunity to tinker with technological devices and use common measuring instruments » (Osborne et al., 2003, p. 1062).

Cette différence entre les garçons et les filles est particulièrement observable lorsque nous comparons les disciplines scientifiques. En effet, les filles indiquent un plus grand intérêt pour la biologie alors que la physique intéresse davantage les garçons (Christidou, 2011; Osborne et al., 2003). Cette différence pourrait être attribuable davantage à un enseignement stéréotypé des sciences dans les écoles ainsi qu'à des manuels scolaires propageant des stéréotypes de genre (Christidou, 2011). Il serait donc possible d'envisager que l'intérêt réel des garçons et des filles à l'égard des sciences soit plutôt le résultat d'un enseignement stéréotypé, que nous observons d'ailleurs facilement lorsque nous demandons aux élèves de nous décrire un scientifique, représentant machinalement un homme et la femme seulement dans le domaine des sciences de la vie.

2.2.3. Déclin de l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie

Sujet bien documenté dans la littérature scientifique (Potvin et Hasni, 2014a), nous observons, à l'échelle internationale, un déclin de l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie. Bien que ce déclin soit observé tout au long du parcours scolaire, il est plus prononcé lors de la transition du primaire vers le secondaire (Braund et Driver, 2005; Reid et Skryabina, 2002; Sorge, 2007). Les hypothèses à ce sujet sont nombreuses, mentionnons entre autres: l'estime de soi, l'intérêt des pairs, l'enseignant et l'engagement de l'élève en classe (George, 2006). L'approche pédagogique est aussi un des facteurs qui pourraient avoir une influence sur ce phénomène, comme l'ont démontré Vedder-Weiss et coll. (2011) dans une recherche réalisée auprès de 1181 élèves de la 5^e et de la 6^e année du primaire. En effet, ces chercheurs ont observé un déclin pour l'intérêt à l'égard des sciences seulement chez les élèves provenant d'écoles traditionnelles alors que l'intérêt des élèves provenant d'écoles démocratiques était maintenu. Paradoxalement, l'importance accordée par les élèves aux disciplines scientifiques ne décline pas avec l'âge (Barmby et al., 2008).

Le Québec ne fait pas exception puisque l'intérêt des élèves à l'égard des sciences et de la technologie décline à mesure qu'ils progressent dans leur cheminement scolaire (Potvin et Hasni, 2014a). Un déclin plus important est aussi observé lors de la transition entre le primaire et le secondaire ainsi que durant la troisième année du secondaire. Cependant, l'étude menée par Potvin et Hasni (2014a) montre que la science n'est pas la seule discipline à être victime d'un désintérêt car nous enregistrons un déclin plus grand encore de l'intérêt pour le français et les mathématiques. Il est ainsi possible de croire que ce phénomène n'est pas

seulement attribuable à la science, mais au contexte scolaire. D'autant plus que, tout comme l'a observé Barmby (2008), l'importance accordée aux sciences par les élèves du Québec n'est pas affectée par le déclin de l'intérêt pour les sciences à l'école (Potvin et Hasni, 2014a).

2.3. Apprentissage collaboratif

Dans cette recherche, l'apprentissage collaboratif est la variable indépendante étudiée. Il correspond aussi à l'environnement d'apprentissage des élèves appartenant au groupe expérimental. Afin de bien cerner cette stratégie et son effet possible sur le changement conceptuel, nous commencerons d'abord par la définir, pour ensuite présenter ses bénéfices possibles ainsi que les conditions nécessaires à la réussite de sa mise en place.

2.3.1. Définition de collaboration

Compte tenu de cette distinction faite par de nombreux auteurs entre coopération et collaboration, nous nous efforcerons de définir l'apprentissage collaboratif comme une stratégie d'apprentissage distincte de la coopération.

Partant de la définition de Winer (2000), il existerait ainsi deux types de collaboration, le premier, « *collaboration in discourse* », est basé sur des situations

d'apprentissage où la conversation est le moteur d'action, alors que le deuxième type, « collaboration in action », fait référence à des apprenants devant accomplir une tâche ensemble. L'essentiel de cette distinction se retrouve dans plusieurs définitions de la littérature. Par exemple, Vazquez-Abad (2004) voit la collaboration comme un outil permettant à des gens d'être engagés dans un processus actif de partage de connaissances dans le cadre d'une tâche commune. Cette définition s'apparente ainsi à la « collaboration in action » de Winer (2000). Pour sa part, Felton (2015) s'approche davantage de la « collaboration in discourse » alors qu'il la définit comme un échange entre des intervenants possédant des points de vue différents afin d'arriver à un consensus. Dillenbourg (1999), tout comme Winer, discerne deux volets à la collaboration, mais les considère comme un tout essentiel. Il y a ainsi apprentissage collaboratif « [...] if peers are more or less at the same level, can perform the same actions, have a common goal and work together. » (1999, p. 7) et s'il y a des échanges qui sont interactifs, en temps réel et menant à des négociations.

La définition de Henri & Lundgreen-Caryrol (1998) exprime bien la façon dont l'apprentissage collaboratif a été implanté dans le cadre de notre recherche.

L'apprentissage collaboratif est une démarche active et centrée sur l'apprenant. Au sein d'un groupe et dans un environnement approprié, l'apprenant exprime ses idées, articule sa pensée, développe ses propres représentations, élabore ses structures cognitives et fait une validation sociale de ses nouvelles connaissances. La démarche collaborative reconnaît les dimensions individuelle et collective de l'environnement. Le groupe, acteur principal et ressource première de la collaboration, joue un rôle de soutien et de motivation. Il contribue à l'atteinte, par chaque apprenant, d'un but commun et partagé. La collaboration qui s'y développe est faite de communication entre apprenants, de coordination de leurs actions et d'engagement de chacun face au groupe.

(Henri et Lundgren-Cayrol, 1998, p. 24)

C'est cette définition qui nous a permis de qualifier les actions mises en place dans notre cadre méthodologique et pour lesquelles nous observons des effets sur le changement conceptuel, l'intérêt et les résultats scolaires.

2.3.2. Distinction entre collaboration et coopération

Il existe, dans les écrits scientifiques, de nombreuses définitions du concept de collaboration. Nous pouvons d'abord indiquer l'existence assez répandue d'une certaine confusion entre collaboration et coopération. Alors que des auteurs y voient des synonymes, d'autres perçoivent une distinction nette entre les deux. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous situons du côté du second.

Palincsar (2002) définit l'apprentissage collaboratif comme un travail de groupe où les membres partagent la responsabilité cognitive de la tâche commune. Il distingue celle-ci de la coopération en expliquant que la coopération peut avoir lieu sans collaboration alors que la collaboration peut ou non impliquer de la coopération. Abondant dans le même sens, Henri (1998) établit quatre distinctions importantes entre coopération et collaboration. Premièrement, la coopération est très guidée et encadrée alors que la collaboration laisse apparemment plus de liberté. Pour cette raison, la coopération est souvent présentée comme une démarche préalable et facilitant le passage vers la collaboration étant donné que « la démarche coopérative convient à ceux qui sont moins autonomes, qui n'ont pas acquis beaucoup de maturité cognitive et qui ne maîtrisent pas encore un répertoire élaboré de stratégies d'apprentissage. » (Henri et Lundgren-Cayrol, 1998, p. 25)

La deuxième distinction se rapporte à l'existence d'un but commun. Alors que la collaboration vise la réalisation commune d'une tâche par l'ensemble des membres de l'équipe, la coopération se vit en attribuant une partie de la tâche à chacun des membres qui seront mises en commun à la fin pour en faire un tout (Van Boxtel, 2000). L'interdépendance des membres d'une équipe n'est pas obligatoire lorsqu'on parle de coopération alors qu'elle est un élément clé de la collaboration.

La tâche d'apprentissage représente la troisième distinction. Dans une démarche de coopération « la tâche se fait par un procédé de spécialisation et elle prend une forme pyramidale » (Henri et Lundgren-Cayrol, 1998, p. 29). Les membres de chaque équipe forment alors deux types d'équipe, une première de spécialistes pour ramener, par la suite, l'expertise développée dans leur équipe de base. La collaboration repose quant à elle sur des espaces valorisant la communication, l'acquisition collective de connaissances, le partage d'idées et l'utilisation de ressources variées.

Finalement, dans un contexte de coopération, l'interdépendance des membres se situe essentiellement dans la réalisation du travail nécessitant la mise en commun des différentes parties réalisées par les membres. En situation de collaboration, les membres sont censés développer une complicité les conduisant à partager leurs idées, découvertes et réalisations afin d'aider le groupe à accomplir la tâche ensemble. Dans le même ordre d'idée, Dillenbourg (1999) différencie la coopération et la collaboration en expliquant que la première repose sur une division des tâches et un caractère davantage asynchrone alors que la collaboration met l'accent sur l'accomplissement d'une même tâche par le biais d'interactions, de partages et de négociations.

Tableau 1 : Distinction entre coopération et collaboration

Coopération	Collaboration
Tâche guidée et dont les étapes sont imposées par l'enseignant	Tâche permettant aux élèves de choisir le chemin qui leur correspond
Division du travail en partie et mise en commun par la suite	Accomplissement d'une même tâche par l'ensemble des membres de l'équipe
Spécialisation des membres de l'équipe selon la tâche confiée	Communication, conflit, échange et consensus
Interdépendance des membres de l'équipe	Développement d'une complicité conduisant à partager leurs idées, découvertes et réalisations afin d'aider le groupe à accomplir la tâche ensemble.

Dans le cadre de ce mémoire, une distinction sera établie entre coopération et collaboration, ce qui explique l'utilisation uniquement du mot « collaboration » dans les sections suivantes de ce mémoire.

2.3.3. Apprentissage collaboratif : le « pourquoi »

Plusieurs études semblent démontrer que l'apprentissage collaboratif présente un potentiel pédagogique intéressant et conduirait à de meilleurs apprentissages. En effet, la collaboration a fait l'objet de plusieurs recherches afin de mettre en lumière les effets d'une telle méthode sur l'apprentissage, l'intérêt, les interactions, la résolution de problèmes, etc. En ce sens, Schroeder (2007) a conclu, après avoir conduit une méta-analyse sur les effets des stratégies d'enseignement sur la réussite en science, que l'apprentissage collaboratif avait, juste après la stratégie mettant de

l'avant la contextualisation des apprentissages, un des plus forts effets sur la réussite en comparaison avec l'enseignement magistral.

Par contre, une recherche de Kirschner (2009) indique, pour sa part, que les élèves réussissent mieux face à une tâche de rétention à la suite d'un apprentissage individuel que lors d'un apprentissage collaboratif. Cependant, cette même recherche met également en évidence le développement de meilleures habiletés de résolution de problème chez les élèves ayant réalisé des tâches d'apprentissage dans un contexte de collaboration. Il est possible que, malgré une meilleure résolution de problèmes complexes, cette stratégie d'apprentissage soit accompagnée, comme l'indique Rojas-Drummond et al. (2003), de dérapages et d'indisciplines de la part des élèves qui peuvent parfois y voir une occasion de socialiser plutôt que d'apprendre.

Quoique l'adoption de cette nouvelle stratégie pédagogique amène une gestion de classe différente et peut-être plus exigeante, il est généralement considéré que l'apprentissage collaboratif rend l'élève plus actif dans ses apprentissages et l'oblige à s'appropriier les concepts plutôt que d'en faire une simple mémorisation. Christian et Pepple (2012), dans le cadre d'une recherche auprès de 370 élèves de niveau secondaire en chimie, ont ainsi démontré une relation entre les stratégies d'enseignement et la réussite des élèves en chimie. Les élèves des groupes ayant appris dans un contexte de collaboration ont en effet mieux réussi que les élèves soumis à un apprentissage individuel ou magistral. Dans le même ordre d'idée, l'étude réalisée par Morgan (2000) a démontré que l'apprentissage collaboratif conduisait à une meilleure rétention à long terme des connaissances.

Quelques recherches ont établi un lien entre cette façon d'aborder l'apprentissage des sciences et la possibilité de produire des changements conceptuels. Boxtel et al. (2002) ont déterminé, après avoir analysé les interactions d'élèves de niveau secondaire réalisant une tâche en situation d'apprentissage collaboratif, que cette démarche pouvant susciter des conflits cognitifs chez les élèves à travers des prises de conscience de leurs propres préconceptions et des représentations qu'entretiennent les autres. Cet engagement cognitif des élèves dans le cadre d'un apprentissage collaboratif semble en effet correspondre à certaines méthodes préconisées par de nombreux chercheurs s'intéressant au changement conceptuel (Duit et Treagust, 2003; Eryilmaz, 2002; Posner et al., 1982; Potvin et al., 2012; Vosniadou et al., 2001). C'est aussi ce que semble montrer la recherche menée par Küçükozer (2013) auprès de futurs enseignants de science qui entretiennent des préconceptions portant sur les phases de la Lune. Un post-test effectué 22 mois après un apprentissage dans un contexte de collaboration révèle en effet un changement conceptuel durable en plus d'avoir causé un effet positif important sur la motivation des étudiants participants.

En effet, en plus de favoriser la mise en place de stratégies profitables au changement conceptuel, l'apprentissage collaboratif aurait aussi un effet significatif sur l'intérêt à l'égard des sciences (Akinbobola, 2009; Winer et al., 2000). Cet effet « motivant » ne fait toutefois pas l'unanimité, puisque la mise en place de nouvelles approches d'enseignement est parfois aussi empreinte de stress et d'anxiété pouvant être due au manque d'assurance de l'enseignant (Shachar et Fischer, 2004).

2.3.4. Facteurs favorisant l'apprentissage par la collaboration

Certains auteurs se sont attardés aux conditions favorisant l'apprentissage par la collaboration en classe. Il semble que certains facteurs clés, comme les situations d'apprentissages, l'environnement d'apprentissage, la qualité des interactions, le rôle de l'enseignant, peuvent avoir des effets bénéfiques ou néfastes sur l'apprentissage collaboratif. Comme le mentionne Kirschner (2009), il ne suffit pas de placer des élèves en équipe pour qu'il y ait collaboration, tout comme il ne suffit pas de les placer dans une classe dont la disposition physique favorise le travail d'équipe.

La tâche pédagogique

La nature de la tâche pédagogique proposée aux élèves est un facteur ayant, selon Dillenbourg (2002), un effet crucial sur la collaboration au sein d'une classe. Celle-ci doit modifier et altérer le moins possible le déroulement naturel des interactions au sein de l'équipe. De ce fait, la tâche « should be malleable enough to permit students to adapt the script to their mode of collaboration » (Dillenbourg, 2002, p. 85). L'utilisation de situations d'apprentissages trop dirigées serait donc à proscrire et devrait céder la place à une plus grande flexibilité et adaptabilité. De plus, la mise en place de situations d'apprentissage dirigées aurait comme effet de produire une surcharge cognitive chez l'élève qui doit, en plus de résoudre un problème et acquérir des connaissances, se souvenir des différentes étapes de réalisation de la tâche (Dillenbourg, 2002, p. 86; Kirschner et al., 2009). Sans toutefois être trop encadrante, la tâche doit susciter des interactions et le partage d'informations. En

ce sens, Boxtel (2002) a réalisé une recherche demandant à des élèves de 15 ans d'une classe de physique de réaliser en équipe une carte conceptuelle de leur compréhension des concepts en électricité. L'analyse des discussions au sein des groupes a permis à l'auteur de confirmer que l'utilisation de cet outil contribue aux interactions nécessaires à la collaboration.

L'interaction

Parmi les éléments favorisant cette collaboration, Boxtel (2002) mentionne l'aspect visuel de la tâche et l'importance d'offrir un espace de partage accessible à tous. Furberg (2009) souligne lui aussi que les ressources utilisées doivent encourager la discussion et la collaboration et non l'isolement. Celles-ci sont souvent le point de départ conduisant à la confrontation des fausses conceptions. Ainsi, la variété et les nombreuses ressources mises à la disposition des élèves par l'entremise de l'utilisation d'appareils électroniques facilitent la communication, la manipulation et l'analyse des informations contribuant aux échanges et à la négociation nécessaires à l'apprentissage par la collaboration (Furberg et Arnseth, 2009; Winer et al., 2000, p. 59). De ce fait, la négociation en situation de collaboration met l'emphase sur l'importance de mettre en place un climat conduisant au consensus plutôt qu'à la persuasion. En ce sens, Felton (2015) a conduit une recherche établissant qu'un climat de persuasion rend la collaboration impossible. Dans un contexte de persuasion, les élèves ont en effet tendance à produire « shooter conversationnel exchanges, the use of unjustified critiques 'my plan is better!' and more frequent stalls in conversation » (Felton et al., 2015, p. 382). Il est donc important de s'éloigner le plus possible d'un contexte de compétition.

Le rôle de l'enseignant

Parmi les facteurs influençant l'apprentissage par la collaboration, le rôle de l'enseignant revêt une importance déterminante quant à la mise en place d'une collaboration fertile au sein d'une équipe (Oliveira et Sadler, 2008). Dans un contexte d'apprentissage collaboratif, l'enseignant doit encourager la discussion et la remise en question des décisions et de la compréhension des élèves sans toutefois donner trop rapidement la réponse au problème. Furberg (2009) a identifié trois rôles que l'enseignant doit jouer afin de favoriser la collaboration. Il doit guider les élèves dans l'explicitation de leurs préconceptions, faciliter la discussion entre les membres et finalement partager lorsque nécessaire des stratégies de résolution de problèmes. Il est alors considéré davantage comme un guide qui met en place les conditions nécessaires à la collaboration « over time, active teaching is reduced to coaching, at least until such time as the group reaches an impediment in the dialogue » (Palincsar et Herrenkohl, 2002, p. 28). Ce changement de paradigme chez l'enseignant n'est pas nécessairement facile à réaliser, alors que répondre aux questions reste souvent le « réflexe numéro un ». Dans un contexte où l'apprentissage collaboratif favorise le changement conceptuel, le plus grand défi, selon Erylmaz (2002), est la difficulté des enseignants de confronter les fausses conceptions des élèves et d'orienter la discussion afin que les élèves puissent remettre en question leurs préconceptions et leurs façons de résoudre le problème.

Tableau 2 : Facteurs favorisant l'apprentissage par la collaboration

	Facteurs
Tâche pédagogique	Doit être ouverte, flexible engageante et permettre l'utilisation de ressources variées.
Interaction	Choisir des outils et des ressources menant à des interactions entre les élèves. Mettre en place d'un climat de consensus et non de persuasion ou de compétition.
Rôle de l'enseignant	Encourager la discussion et la remise en question. Soutenir et guider les élèves dans la tâche sans donner la réponse.

2.4. Recherches similaires

Malgré le peu de recherches faisant le lien entre l'apprentissage collaboratif et le changement conceptuel (Eymur et Geban, 2016), certaines présentent néanmoins des résultats prometteurs et offrent des avenues à explorer et à documenter. Les paragraphes suivants présentent quelques recherches récentes sur le sujet.

Küçüközer (2013) a mis en relation l'effet de stratégies d'enseignement non magistral sur le changement conceptuel en science. Cette recherche réalisée chez 33 futurs enseignants de sciences âgés en moyenne de 20 ans, a permis, par l'entremise d'entrevues, de pré-tests et de post-tests effectués 22 mois après l'apprentissage, de faire ressortir un lien entre la permanence des apprentissages et la stratégie d'enseignement utilisée en classe. L'auteur mentionne en effet que 85% des étudiants réussissent, après un apprentissage collaboratif, à produire une

explication scientifique faisant la distinction entre les éclipses lunaires et les phases de la Lune. Malgré l'absence de groupe contrôle, l'auteur mentionne, grâce aux observations et aux entrevues, l'effet bénéfique des interactions et de la remise en question des connaissances rendues possible grâce à la mise en place de l'apprentissage par la collaboration: « students have the opportunity to freely express their thoughts at every stage of the learning process, and are thus effective in allowing students to be aware of their own ideas and the ideas of their classmates » (Küçüközer, 2013, p. 493).

Une autre étude comparant un groupe contrôle (N = 35) à un groupe expérimental (N = 37) réalisée par Eymur (2016) semble indiquer que l'apprentissage collaboratif conduit à une meilleure compréhension et à la disparition de fausses conceptions en chimie. Après que les élèves aient été soumis à un apprentissage collaboratif ou magistral pendant six semaines, les chercheurs ont mesuré, à l'aide du test standardisé « *The Chemical Bonding Concept Test (CBCT)* » administré en pré-test et post-test, une moyenne significativement supérieure des élèves du groupe expérimental $F(1, 69) = 104.40, p < .05$ (Eymur et Geban, 2016). En plus de cet effet observé sur la compréhension des conceptions scientifiques, des entrevues semi-dirigées ont permis de faire ressortir un effet sur la motivation des élèves. Ces derniers mentionnent alors qu'ils sont plus enclins à poser des questions et à partager leurs idées avec leurs amis plutôt qu'avec leur enseignant. En plus, ils soulignent avoir de meilleures interactions avec l'enseignant dans un contexte de collaboration que dans un contexte d'enseignement magistral. (Eymur et Geban, 2016, p. 15) Face à ces résultats, l'auteur Eymur (2016) conclut que « cooperative learning based on the conceptual change methods increases students' understanding of chemical bonding concepts and improves students' motivation for learning. » (p. 18) Il fait toutefois remarquer que les résultats de cette expérience

peuvent avoir été influencés par la courte durée de celle-ci (6 semaines), produisant un effet de nouveauté chez les élèves.

Partant du même *a priori* (que la collaboration faciliterait le changement conceptuel en science), les auteurs Leman, Skipper, Gatling et Rutland (2016) ont réalisé une recherche auprès de 341 élèves âgées de 9 ans. Les résultats obtenus, à l'aide d'un pré-test et d'un post-test effectués après la réalisation d'activités de collaboration de 10 à 15 minutes par jour pendant trois semaines, indiquent une meilleure acquisition des connaissances de base des élèves du groupe expérimental ($F(1, 277) = 12.90, p < .001$). Il semble aussi que les élèves ayant participé à des activités collaboratives présentent une plus grande amélioration de la compréhension des concepts ($t(134) = 2.61, p = .01, d = 0.45$) comparé aux élèves du groupe contrôle ($t(134) = 1.58, p = .12, d = 0.27$). Cet effet positif de la collaboration sur le changement conceptuel serait toutefois différent chez les filles. Lorsque les auteurs comparent les résultats obtenus aux tests selon le sexe « boys showed improvement on conceptual questions, ($t(56) = 3.24, p = .002, d = 0.87$), whereas girls did not, ($t(77) = 0.502, p = .617, d = 0.11$) » (Leman et al., 2016, p. 179). Cette distinction entre les garçons et les filles serait attribuable, selon les auteurs, au fait que les garçons mettent en place des stratégies de communication davantage en lien avec l'explication de concepts scientifiques que les filles. « Results indicated that boys used more conceptual-level language in their interactions than girls » (Leman et al., 2016, p. 182). Il est ainsi suggéré, en conclusion de cette recherche, que la promotion de l'explicitation des conceptions et la négociation de la compréhension des élèves pourraient avoir un effet positif sur le changement conceptuel au sein d'activités d'apprentissage collaboratif.

Les résultats de ces recherches nous amènent à considérer l'apprentissage par la collaboration comme une façon de faciliter le changement conceptuel en sciences. Toutefois, le peu d'études menées sur le sujet combiné à la courte durée des interventions ainsi qu'au nombre souvent peu élevé de sujets qu'on y trouve témoignent de l'importance de réaliser des recherches sur l'effet de ce contexte d'apprentissage sur le changement conceptuel et l'intérêt.

2.5. Hypothèses de recherche

L'apprentissage des sciences repose sur la capacité des élèves à questionner leurs préconceptions afin d'être en mesure de cheminer vers une conception scientifique. Ce passage, comme il en fait mention dans la section 1.1, n'est pas facile et nécessite de recourir à de nombreuses stratégies d'enseignement. De plus, l'utilisation de stratégies pédagogiques non-magistrales est souvent présentée comme une solution à la mise en place de meilleurs apprentissages par de nombreux auteurs (Akinbobola, 2009; Baser, 2006; Christian et Pepple, 2012; DiSessa, 2006; Küçüközer, 2013; Posner et al., 1982; Vosniadou et al., 2001). De ce fait, l'apprentissage par la collaboration conduit les élèves à agir en tant qu'apprenants actifs discutant de leurs pré-conceptions et confrontant leurs apprentissages à ceux de leurs pairs. Cette façon de voir l'apprentissage collaboratif combinée aux résultats de recherches énoncés dans la section précédente nous incite à émettre les hypothèses de recherche suivantes :

Hypothèse 1 : L'apprentissage collaboratif, axé sur des tâches ouvertes, flexibles et connectées à la vie et valorisant les interactions, influence positivement l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie en comparaison avec un enseignement magistral.

Hypothèse 2 : L'apprentissage collaboratif, qui favorise l'apprentissage actif et encourage l'élève à expliciter ses préconceptions et à chercher des solutions, favorise davantage le changement conceptuel qu'un enseignement magistral.

Hypothèse 3 : L'apprentissage collaboratif a un effet positif sur les résultats scolaires étant donné qu'il conduirait à un meilleur changement conceptuel et à un plus grand intérêt.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Afin de mesurer l'effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel et l'intérêt pour les sciences, nous avons choisi de mener une étude comparative entre un groupe d'élève évoluant au sein d'un environnement collaboratif et l'autre dans une classe prodiguant un enseignement magistral. Il est important de préciser que malgré sa popularité grandissante, l'apprentissage collaboratif est encore une pratique originale et rare dans nos écoles secondaires au Québec (Kingsbury, 2012). Il existe en effet peu de classes offrant un environnement favorisant la collaboration telle que nous la définissons ici. Le fait que cette pratique soit peu répandue a grandement influencé et restreint le choix du milieu et des participants pour cette recherche.

3.1. Choix du milieu et des participants

L'école secondaire Dalbé-Viau de la Commission scolaire Marguerite-Bourgeoys, située dans la région de Montréal, propose depuis maintenant 6 ans des environnements d'apprentissage collaboratifs et technologiques. Ces classes,

n'ayant rien que très peu en commun avec la classe prodiguant un enseignement magistral, contiennent six tableaux numériques interactifs chacun faisant face à un îlot de travail de quatre ou cinq élèves. Ces tableaux « appartiennent » aux élèves et sont utilisés comme un outil de travail et de collaboration par ceux-ci. Les élèves ont aussi tous accès à un ordinateur portable prêté par l'école, considéré comme une source de référence et un outil de travail. Ils ont ainsi accès à des plateformes de collaboration, aux réseaux sociaux, à des sites de partages de vidéos, etc. Avec l'aide des enseignants, ces ressources deviennent des outils de travail et d'apprentissage. Dans ces environnements, les élèves apprennent à travers la résolution de problèmes, en relevant des défis ou en réalisant des projets. Alors que ceux-ci tentent d'accomplir le travail demandé à l'aide de leurs préconceptions, ils réalisent rapidement que ces dernières sont souvent incomplètes ou incorrectes et ne permettent pas de résoudre le défi proposé par l'enseignant. Travaillant ensemble, ils sont aussi confrontés aux conceptions des autres élèves qui sont bien souvent différentes des leurs. Ces échanges les amènent à explorer plus profondément les concepts en jeu afin de possiblement expliquer leur point de vue à leurs collègues ou faire évoluer leurs conceptions personnelles. C'est aussi une occasion pour l'enseignant de prendre connaissance des conceptions de ses élèves et de les confronter si nécessaire en les questionnant et en les dirigeant sur d'autres pistes de réflexion ou d'autres ressources. Cette recherche de solutions conduit à une série d'échanges d'informations, d'interprétations et de contradictions qui amène les élèves à remettre en question leurs conceptions initiales. Il s'agit donc d'un milieu créé dans l'esprit de l'apprentissage collaboratif. Évidemment, l'école secondaire Dalbé-Viau comporte également des classes fonctionnant sur des principes d'apprentissage basés sur l'enseignement magistral.



Figure 1 : Une des classes proposant un environnement d'apprentissage collaboratif et technologique de l'école secondaire Dalbé-Viau.

Afin de mesurer l'effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel et l'intérêt pour les sciences, deux groupes d'élèves de 1^{re} secondaire de la même école et âgés en moyenne de 12 ans, ont été comparés. De plus, ces deux groupes avaient le même enseignant et les mêmes évaluations, nous assurant ainsi que les résultats obtenus ne soient pas attribuables à « l'effet enseignant » ou à l'outil d'évaluation choisi. Les élèves du premier groupe, le groupe contrôle, ont vécu leur cours de sciences dans une classe avec un enseignement de type magistral principalement vécu sur le mode transmissif comme il est défini dans le dictionnaire actuel de l'éducation.

Enseignement axé principalement sur la transmission verbale de connaissances d'un agent à un, quelques ou plusieurs sujets.

(Legendre, 1993)

Cette enseignement magistral avait comme souci de produire un changement conceptuel en utilisant principalement le manuel scolaire et le cahier d'exercices

comme outils pédagogiques. Les élèves ont aussi réalisé des expériences guidées en lien avec les notions abordées lors des cours théoriques. Les élèves du deuxième groupe, le groupe expérimental, ont quant à eux réalisé leurs apprentissages dans une classe proposant un environnement d'apprentissage collaboratif tel que présenté précédemment. Les élèves ont donc été soumis, au cours de l'année scolaire, à des défis, des problèmes et amenés à réaliser des projets afin de favoriser la collaboration et ainsi développer leurs connaissances scientifiques et favoriser des changements conceptuels.

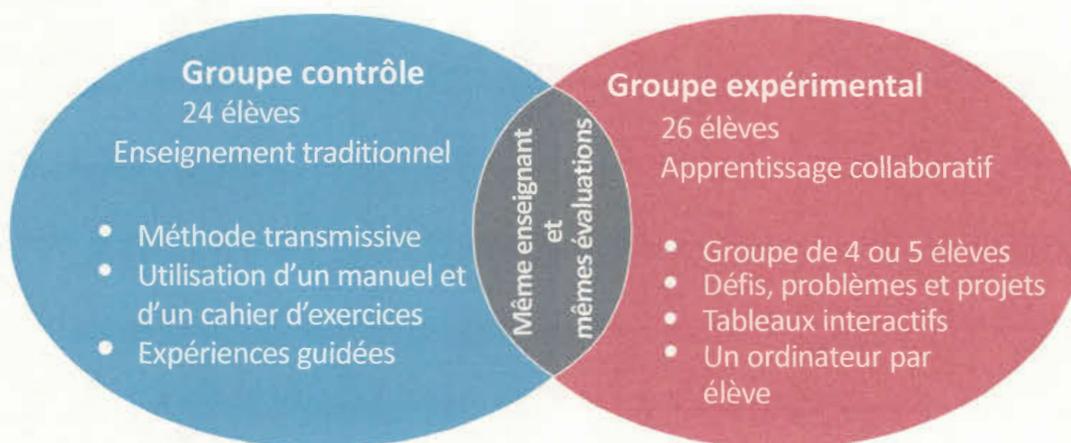


Figure 2 : Conditions contrôle et expérimentale des deux groupes d'élèves

3.2. Intervention

Afin d'avoir un meilleur portrait et une meilleure compréhension du milieu dans lequel les élèves de chacun des groupes ont évolué, nous présenterons, dans la présente section, deux exemples de séquences d'enseignements réalisées au cours de l'année. Pour chacun des exemples, nous présenterons sommairement le

déroulement des périodes d'enseignement et les tâches réalisées par les élèves et par l'enseignant, accompagné d'un tableau résumé.

Comparons tout d'abord la façon dont l'enseignement du phénomène de l'alternance du jour et de la nuit a été abordée dans chacun des groupes. Avec les élèves du groupe contrôle, soumis à un enseignement magistral, l'enseignant, afin de susciter la curiosité et éveiller l'intérêt, a amorcé son cours en demandant aux élèves s'ils avaient déjà pris conscience que la durée des jours et des nuits n'était pas la même tout au long de l'année. Cette question et les interactions entre l'enseignant et les élèves qui en ont découlé l'ont conduit à présenter le positionnement des planètes, des satellites et du soleil, en utilisant les textes et les illustrations du manuel scolaire. L'enseignant a aussi fait des liens avec les propriétés de la lumière vues précédemment. Le cours s'est terminé par la réalisation des exercices du cahier en lien avec la position des astres dans le système solaire. Lors de la deuxième période, l'enseignant a rappelé la question sur la durée des jours et des nuits posée en amorce au dernier cours en mentionnant qu'elle n'avait toujours pas encore été répondue entièrement. C'est ainsi qu'il a introduit l'inclinaison de la Terre, en expliquant, à l'aide encore une fois des illustrations et des textes du manuel scolaire, l'implication d'une telle inclinaison sur la durée des jours et des nuits. L'enseignant a aussi utilisé une lampe de poche et un globe terrestre afin d'illustrer le mouvement de la Terre avec son inclinaison et démontrer l'effet engendré. Les élèves devaient par la suite prendre des notes de cours et faire les exercices du cahier en lien avec ce phénomène. Lors de la période suivante, l'enseignant a repris l'explication de la durée des jours et des nuits en utilisant cette fois-ci une animation web et en présentant un court documentaire pour illustrer ce phénomène.

Pour le groupe expérimental, celui où les élèves évoluaient au sein d'un environnement d'apprentissage collaboratif, l'enseignant a commencé le premier cours en expliquant aux élèves qu'il existe des endroits dans le monde où, durant une période dans l'année, il n'y a jamais de jour et qu'on ne voit pratiquement pas le soleil. Après cette courte introduction, l'enseignant a demandé aux élèves, placés en îlot de 4 ou 5, d'expliquer ce phénomène à l'aide de dessins. L'enseignant a aussi remis aux élèves des liens vers des vidéos afin qu'ils puissent voir le phénomène en question. C'est ainsi que les élèves se sont lancés dans l'explication du phénomène d'alternance du jour et de la nuit. Alors que certaines équipes ont débuté par une recherche sur Internet afin de documenter le phénomène des nuits polaires, d'autres équipes ont commencé par une tempête d'idées et d'autres ont essayé de réaliser la tâche en effectuant rapidement un dessin sur leur tableau interactif faisant seulement appel à leurs conceptions initiales en astronomie. Après avoir laissé travailler les élèves quelques minutes, l'enseignant a commencé à faire le tour des équipes afin de constater l'avancement des explications, de prendre connaissance des conceptions initiales des élèves, d'encourager l'explicitation de certains concepts ou de contester certaines affirmations et les inciter à faire appel aux propriétés de lumière vue précédemment. Face aux élèves étant persuadés d'avoir produit une bonne explication, mais dont la réponse comportait encore de fausses conceptions, l'enseignant leur annonçait que nous observions le phénomène inverse durant l'été. Cette nouvelle information amenait les élèves à reconsidérer leur modèle et entrevoir les fausses conceptions qu'ils ont utilisées pour produire leur explication. Finalement, après avoir laissé les élèves travailler deux périodes sur l'explication et l'illustration de ce phénomène, l'enseignant a présenté à la classe le concept scientifique en utilisant, comme avec le groupe contrôle, une lampe de poche et un globe terrestre et en faisant appel à une animation.

Tableau 3 : Résumé d'une séquence d'enseignement sur l'alternance des jours et des nuits en comparant le groupe contrôle et le groupe expérimental.

	Groupe contrôle Enseignement magistral	Groupe expérimental Apprentissage collaboratif
1 ^{re} période	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant demande si les élèves ont déjà remarqué que la durée des jours et des nuits n'est pas toujours la même durant l'année. • L'enseignant présente le système solaire et la position des astres à l'aide du texte et des illustrations présents dans le manuel scolaire. • Les élèves font les exercices du cahier en lien avec le système solaire. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant explique qu'il existe des endroits dans le monde où, à certains moments dans l'année, il n'y a pas de jour. • L'enseignant demande aux élèves, placés en équipe de 4 ou 5, d'expliquer ce phénomène. • Les équipes commencent en regardant des vidéos ou en réalisant une tempête d'idées ou en faisant des recherches. • L'enseignant parcourt les îlots de travail afin de voir la progression et donner des rétroactions.
2 ^e période	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant rappelle la question de la durée des jours du dernier cours et dit aux élèves qu'ils n'ont pas encore totalement répondu à la question. • L'enseignant explique, à l'aide des illustrations du manuel scolaire, d'une lampe de poche et d'un globe terrestre, l'effet de l'inclinaison de la Terre sur la durée des jours. • L'enseignant donne des notes de cours aux élèves présentant ce concept d'inclinaison et son effet sur la 	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant rappelle la tâche de faire des dessins expliquant le phénomène des nuits polaires. • Les élèves poursuivent le travail en confrontant leur compréhension et leur connaissance du positionnement des astres. • L'enseignant fait le tour des équipes en donnant des rétroactions afin d'amener les élèves à faire face à leurs fausses conceptions présentes dans leur explication. • Les élèves terminent leurs

	Groupe contrôle Enseignement magistral	Groupe expérimental Apprentissage collaboratif
	<p>durée du jour.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les élèves font les exercices sur l'alternance du jour et de la nuit dans leur cahier d'exercices. 	<p>dessins expliquant le phénomène des jours et des nuits polaires.</p>
3 ^e période	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant fait un retour sur les phénomènes astronomiques responsables de l'alternance du jour et de la nuit en utilisant cette fois-ci une animation web. • L'enseignant corrige les exercices avec les élèves en reprenant les concepts semblant poser problème à la vue des réponses données lors de la séance d'exercices. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant fait un retour sur la tâche que les élèves devaient accomplir lors des périodes précédentes. • L'enseignant présente la réponse scientifique au phénomène à l'aide d'une lampe de poche et d'un globe terrestre et d'une animation. • Les élèves font des exercices en devoir.

Comme deuxième exemple, nous utiliserons l'un des premiers concepts abordés en classe, celui des propriétés caractéristiques et non-caractéristiques de la matière. Avec les élèves du groupe contrôle, réalisant leur apprentissage dans un contexte d'enseignement magistral, l'enseignant a expliqué en amorce qu'il était important en science de savoir identifier différentes substances et il a fait un lien avec les émissions de type « enquête policière » afin de susciter un intérêt pour le concept. Dans le but d'amener les élèves à comprendre qu'il existe des propriétés non-caractéristiques ne conduisant pas à identifier une substance, l'enseignant a demandé comment nous pouvons identifier une personne avec une seule

information. À la suite de cette amorce, l'enseignant a demandé aux élèves de prendre en note la définition d'une propriété caractéristique de la matière et d'une propriété non caractéristique avec quelques exemples. Les élèves devaient ensuite faire les exercices du cahier afin de bien saisir cette distinction. Le cours suivant, après avoir fait un rappel du concept de propriété caractéristique de la matière, l'enseignant a fait, à l'aide du manuel scolaire, une présentation des différentes propriétés caractéristiques utilisées en sciences, par exemple : la masse volumique, la température d'ébullition, la conductibilité thermique, etc. Les élèves ont complété à la fin du cours des exercices sur ces propriétés. Après ces périodes d'enseignement, les élèves ont été invités à réaliser une expérience guidée sur l'une des propriétés caractéristiques, soit la masse volumique. Pour ce faire, l'enseignant, avant de laisser les élèves réaliser l'expérience à l'aide d'un document, a présenté l'objectif de l'expérience ainsi que le protocole à suivre. À la fin de l'expérience, les élèves ont répondu à une série de questions les conduisant à prendre conscience du lien de proportionnalité entre la masse et le volume.

De leur côté, les élèves du groupe expérimental, réalisant leur apprentissage dans un environnement collaboratif, étaient invités par leur enseignant à relever un défi. En effet, l'enseignant est arrivé en classe avec deux bécjers contenant chacun un liquide incolore et il a demandé aux élèves si les deux bécjers contenaient le même liquide ou non. Sans plus de consignes, les élèves, en équipe de 4 ou 5, amorçaient leurs réflexions et leurs recherches. Certaines équipes réalisaient une tempête d'idées sur leur tableau interactif alors que d'autres effectuaient des recherches sur Internet avant de mettre en commun leurs découvertes. Des hypothèses étaient émises et des débats commençaient à émerger au sein des équipes dont les membres partageaient leurs idées et leurs découvertes. Pendant ce temps, l'enseignant se déplaçait entre les îlots afin de constater l'avancement du travail,

faire des rétroactions et donner, au besoin, des indices. Par exemple, la première difficulté rencontrée par la majorité des équipes était de trouver les bons mots-clés à utiliser dans le moteur de recherche. En effet, les élèves utilisaient seulement les mots du défi « liquide pareil ou différent » dans le moteur de recherche sans trop de succès. L'enseignant accompagnait donc les élèves dans le processus de formulation d'un but et ainsi trouver les mots clés du défi : « identification de substances ». Comme nous l'avons mentionné dans le cadre théorique, l'apprentissage collaboratif mise sur les interactions et la confrontation des idées. Dans le cadre de ce défi, une des sources de confrontation provenait du fait que les élèves obtenaient souvent sur Internet des informations différentes sur la façon d'identifier des substances. Certains élèves affirmaient qu'ils devaient calculer la masse volumique des substances, d'autres que c'était le point de fusion qu'ils devaient trouver. En réponse à cette confrontation, l'enseignant demandait tout d'abord aux élèves de s'assurer que leurs informations étaient bonnes, qu'ils avaient bien compris et qu'ils devaient être en mesure de bien présenter leur réponse aux autres membres de son équipe afin d'éliminer ce conflit. C'est à ce moment que certaines équipes découvraient qu'il existe différentes façons d'identifier des substances, les propriétés caractéristiques de la matière, et qu'ils avaient tous trouvé une bonne réponse. L'enseignant a demandé par la suite aux élèves de réaliser une expérience basée sur leur découverte afin de finalement dire si les béchers contenaient le même liquide ou non.

Tableau 4 : Résumé d'une séquence d'enseignement sur les propriétés caractéristiques de la matière en comparant le groupe contrôle et le groupe expérimental.

	Groupe contrôle Enseignement magistral	Groupe expérimental Apprentissage collaboratif
1 ^{re} période	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant explique aux élèves qu'il est important en science de pouvoir identifier des substances inconnues. • Il donne l'exemple des téléseries de type « sciences judiciaires ». • Il fait aussi des liens avec la façon dont on identifie des gens. • Prise en note du concept de « propriété caractéristique » et de « propriété non caractéristique ». • Les élèves font les exercices dans le cahier. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant présente le défi aux élèves : « Est-ce que les liquides dans les deux béchers suivants sont pareils ou différents? » • Certaines équipes réalisent une tempête d'idées, font des recherches ou émettent des hypothèses. • L'enseignant accompagne les élèves dans la recherche des mots clés et la formulation du but. • Les élèves commencent à présenter un début de réponse.
2 ^e période	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant fait un retour sur le concept de propriété caractéristique. • L'enseignant présente, à l'aide du manuel scolaire, les différentes propriétés caractéristiques utilisées en science pour identifier des substances. • Les élèves font les exercices dans le cahier. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant rappelle le défi. • Les élèves confrontent leurs découvertes et leurs compréhensions. • Face aux conflits au sein des équipes, l'enseignant invite les élèves à s'assurer de la validité de leur réponse et à bien expliquer leurs découvertes (approfondir leur compréhension). • L'enseignant explique qu'il existe plusieurs façons d'identifier une substance.

	Groupe contrôle Enseignement magistral	Groupe expérimental Apprentissage collaboratif
3 ^e période	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant présente l'expérience sur la masse volumique. • L'enseignant présente l'objectif et le protocole de l'expérience. • Les élèves réalisent le protocole expérimental en équipe de 2. • Les élèves répondent aux questions du document d'expérience. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant rappelle le défi. • L'enseignant demande aux élèves de construire une expérience permettant d'identifier les liquides inconnus des deux béchers. • Les élèves, en équipe, rédigent un protocole expérimental basé sur leur recherche. • L'enseignant valide le protocole et fait une rétroaction à l'équipe.
4 ^e période	<ul style="list-style-type: none"> • L'enseignant fait un retour sur l'expérience du dernier cours. • L'enseignant fait une démonstration sur la masse volumique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les élèves réalisent leur expérience et identifient les substances inconnues. • L'enseignant fait un retour sur le déroulement de l'expérience.

3.3. Méthode et outils de collecte de données

Afin d'éviter de mesurer, comme l'ont observé Eymur & al (2016), un effet de nouveauté associé à cet environnement d'apprentissage très différent de ceux auxquels les élèves sont habitués, ce projet de recherche a été réalisé sur l'ensemble d'une année scolaire. Ce choix s'appuie aussi sur le fait que l'apprentissage collaboratif, par son caractère original, peut nécessiter une phase d'adaptation de quelques mois avant que les élèves développent et possèdent les repères, les réflexes et l'autonomie nécessaires pour en voir l'effet (Durocher, 2016).

Trois outils de collecte ont été utilisés dans le cadre de ce projet de recherche. Ceux-ci permettent de croiser les résultats afin d'obtenir un meilleur portrait de l'effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel, l'intérêt et la réussite scolaire. Tout d'abord, les élèves du groupe contrôle et du groupe expérimental devaient remplir deux questionnaires en début, milieu et fin d'année scolaire. Le premier questionnaire, adapté de la banque de questions du « Chantier 7 Project – Improving Students' Conceptual Understanding of Science and Technology: Professional Development Training for Quebec Secondary Cycle 1 Science and Technology Teachers » développé par Asghar et al. (2016) de l'Université McGill, a pour objectif d'évaluer l'état des conceptions des élèves concernant les concepts prescrits au premier cycle du secondaire par le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ). Composé de 60 questions à choix multiples, regroupant les quatre univers du PFEQ, ce questionnaire permet un diagnostic des principales conceptions rencontrées chez les élèves du premier cycle du secondaire. Les choix de réponse de chacune des questions de ce test sont composés des fausses conceptions les plus fréquentes chez des élèves de niveau secondaire. Par exemple, pour la question « Jonathan possède trois bécjers contenant chacun 50 ml de liquide. Le premier contient de l'alcool, le deuxième de l'eau et le troisième du sirop d'érable, auront-ils la même masse? », les choix de réponses incluent, en plus de la bonne réponse, certaines conceptions non-scientifiques qui sont considérées comme parmi les plus répandues; soit que la masse et le volume sont la même chose, qu'ils sont toujours correspondants ou encore que les propriétés non caractéristiques de la matière, comme la couleur ou la texture, peuvent avoir une influence sur la masse.

Jonathan possède trois béchers contenant chacun 50 ml de liquide. Le premier contient de l'alcool, le deuxième de l'eau et le troisième du sirop d'érable. Auront-ils la même masse?

- A. Oui, ils auront tous la même masse puisque les trois ont une masse de 50 ml.
- B. Oui, ils auront tous la même masse puisqu'ils ont le même volume.
- C. Non, ils n'auront pas la même masse, parce que deux des liquides sont clairs alors que le sirop d'érable est de couleur foncée.
- D. Non, ils n'auront pas la même masse, parce qu'ils sont remplis de substances différentes.

Le deuxième questionnaire dresse un portrait du niveau d'intérêt des élèves à l'égard des sciences et de la technologie. Pour ce faire, nous avons choisi d'utiliser le questionnaire longitudinal 2016 de la Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST) développée par Hasni et Potvin (2015). Composé de 48 questions de type « échelle de Likert » il permet à l'élève d'affirmer soit son accord avec l'affirmation allant de « *Fortement en désaccord* » à « *Fortement en accord* » ou son niveau de satisfaction de « *Très insatisfait* » à « *Fortement satisfait* » ou encore la fréquence allant de « *Jamais* » à « *Très souvent* » et finalement son sentiment de réussite de « *Très difficile* » à « *Très facile* ». Ce questionnaire propose toujours un échelle de Liket comportant un nombre pair de six ou quatre choix, afin d'éviter des réponses neutres et donc contraindre une certaine réflexion chez l'élève.

Afin d'avoir un portrait global de l'intérêt du participant pour les sciences et la technologie (S&T), ce dernier est divisé en trois thèmes. Tout d'abord, la section

« Moi et mon entourage » permet de connaître sa perception de soi face à la science et la technologie et présente des questions de type « Comparé à tous les autres élèves, je considère que je suis... *Très faible en S&T, Faible en S&T, Plus ou moins faible en S&T, Plus ou moins bon en S&T, Bon en S&T, Très bon en S&T* ». Le deuxième thème abordé, soit « Les sciences et la technologie (S&T) à l'école », permet d'avoir un portrait de la perception de l'élève sur les cours et les activités scientifiques vécus à l'école et son sentiment de réussite. Nous y retrouvons des questions de type « Pour moi, les S&T que l'on fait à l'école sont... *Très difficiles, Moyennement difficiles, Un peu difficiles, Un peu faciles, Moyennement faciles, Très faciles* ». Finalement, l'« *Attrait pour les études et les métiers (S&T)* » est le dernier thème abordé dans ce questionnaire et présente des affirmations comme : « J'ai l'intention de faire des études en S&T »

Pour compléter ces données, nous avons recueilli également les résultats scolaires des élèves inscrits aux bulletins de la 1^e, 2^e et 3^e étape. Ceux-ci correspondent à la moyenne de l'ensemble des évaluations réalisées au cours de l'étape.

Tableau 5 : Calendrier des collectes de données

1 octobre 2016	29 janvier 2017	30 mai 2017
Passation du test sur les conceptions en science.	Passation du test sur les conceptions en science.	Passation du test sur les conceptions en science.
Passation du questionnaire longitudinal sur l'intérêt des jeunes envers la science.	Passation du questionnaire longitudinal sur l'intérêt des jeunes envers la science.	Passation du questionnaire longitudinal sur l'intérêt des jeunes envers la science.
Prélèvement des résultats scolaires au 1 ^e bulletin.	Prélèvement des résultats scolaires au 2 ^e bulletin.	Prélèvement des résultats scolaires au bulletin final.

3.4. Procédure éthique face à la participation des élèves

Étant donné le double rôle joué par le chercheur qui est à la fois l'enseignant des groupes d'élèves et le chercheur, il était important de mettre en place des procédures garantissant aux élèves et aux parents l'adhésion libre et sans contrainte à ce projet de recherche. Des mesures ont donc été mises en place afin de réduire au minimum les biais liés à la relation d'autorité chercheur/sujet. L'ensemble de ces procédures sont présentées ci-dessous et ont été approuvées conformément au certificat d'éthique délivré par le CERPE le 4 octobre 2016.

Dans un premier temps, le formulaire de consentement parental a été retourné à l'école dans une enveloppe scellée qui n'a pas pu être ouverte avant la fin de

l'année scolaire. Cette procédure garantissait aux parents que la participation ou la non-participation au projet de recherche n'entraînerait pas de préjudice favorable ou défavorable à leur enfant étant donné que l'enseignant/chercheur n'en était informé qu'une fois l'année scolaire complétée. Le consentement parental a donc été remis en début d'année scolaire aux élèves dans une enveloppe accompagnée d'une lettre expliquant le projet de recherche ainsi que la procédure garantissant leur libre choix de participer ou non à la recherche.

Le même principe a été appliqué lors de la passation du test de conceptions et du questionnaire sur l'intérêt. En effet, afin de garantir aux élèves que le test sur les conceptions n'est pas un examen et que le résultat ne sera pas utilisé en tant qu'évaluation, les élèves recevaient la consigne de mettre les questionnaires dans une enveloppe qui était scellée par le dernier élève à remettre son document. L'enveloppe n'a été ouverte qu'une fois l'année scolaire terminée et les notes au bulletin remises. L'entrée et l'analyse des données se sont donc amorcées qu'une fois l'année scolaire terminée.

CHAPITRE 4

RÉSULTATS

L'analyse produite dans le cadre de ce projet de recherche permet de suivre l'évolution de deux groupes d'élèves sur une période d'une année scolaire. Cette étude longitudinale, en plus de comparer le niveau d'intérêt, les conceptions scientifiques et les résultats scolaires des élèves de chacun des groupes, nous permet de mesurer leur évolution dans le temps. À l'aide d'un test statistique de régression linéaire multiple et d'une analyse du cheminement (*Cross-lag design*), nous avons tenté de répondre à nos questions de recherche qui visent à mesurer l'effet d'un environnement d'apprentissage collaboratif sur l'apprentissage des concepts scientifiques, les résultats scolaires et l'intérêt des élèves à l'égard des sciences et de la technologie.

Nous présenterons tout d'abord une description des résultats obtenus à l'aide du questionnaire d'intérêt, du test conceptuel ainsi que des résultats scolaires de l'ensemble des participants, et ce, à trois moments distincts de l'année scolaire. Par la suite, nous aborderons les liens entre les différentes variables à l'aide d'une analyse du cheminement. Ce choix méthodologique a été effectué puisqu'il permettait d'assurer un bon contrôle de plusieurs variables présumément pertinentes au problème considéré.

Afin de faciliter la présentation et la lecture des résultats, nous emploierons des abréviations en référence aux variables et aux prises de données. Les données obtenues à l'aide du questionnaire de l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie seront identifiées par la variable *Intérêt*. Les résultats au test de conceptions scientifiques seront représentés par la variable *Conceptions* alors que les résultats scolaires obtenus aux bulletins correspondront à la variable *Résultats scolaires*. Finalement, le type d'enseignement reçu par le groupe contrôle et le groupe expérimental sera désigné par la variable *Collaboration*. En référence aux trois prises de mesure, nous utiliserons l'abréviation T0 pour parler du début de l'année (1^e semaine du mois d'octobre 2016), T1 pour le milieu (dernière semaine du mois de janvier 2017) et T2 pour la fin de l'année scolaire (début du mois de juin 2017).

4.1. Description des résultats obtenus à l'aide du questionnaire sur l'intérêt

Le « questionnaire longitudinal » sur l'intérêt développé par la *Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie (CRIJEST)* proposait sept questions mesurant le niveau d'intérêt des jeunes à l'égard des sciences telles qu'ils les vivent à l'école. Les élèves devaient indiquer sur une échelle de Likert à six niveaux leur degré d'intérêt allant de « Fortement en désaccord » à « Fortement en accord ». Ils devaient ainsi se positionner relativement à des énoncés tels que : « J'ai hâte aux prochaines activités de S&T » ou bien « Les S&T à l'école, c'est l'fun ». Cette section du questionnaire présente un Alpha de Cronbach de 0,92, ce qui est considéré comme *Excellent* (Darren et Mallery, 1999). Les moyennes des réponses

nous ont permis d'obtenir une appréciation de l'intérêt des participants sur un total de six points à trois moments dans l'année.

Mentionnons tout d'abord que les niveaux d'intérêt à l'égard des sciences de chacun des deux groupes ne sont pas significativement différents l'un de l'autre au départ ($p = .225$) (Figure 3). Lorsque nous observons l'intérêt aux trois prises de données, nous notons que les élèves du groupe contrôle possèdent un intérêt moyen à T0 de 5.07 ($ET = 0.93$) qui diminue de façon non significative à T1 à 4.88 ($ET = 1.15$, $d = -0.19$) et à 4.55 ($ET = 1.28$, $d = -0.27$) en fin d'année (T2). Le groupe expérimental, quant à lui, montre une légère augmentation non significative (cependant proche du seuil) à T1 passant de 4.71 ($ET = 1.20$) à 4.78 ($ET = 0.98$, $d = 0.06$) pour terminer à 4.53 ($ET = 1.26$, $d = -0.23$) en fin d'année scolaire (T2).

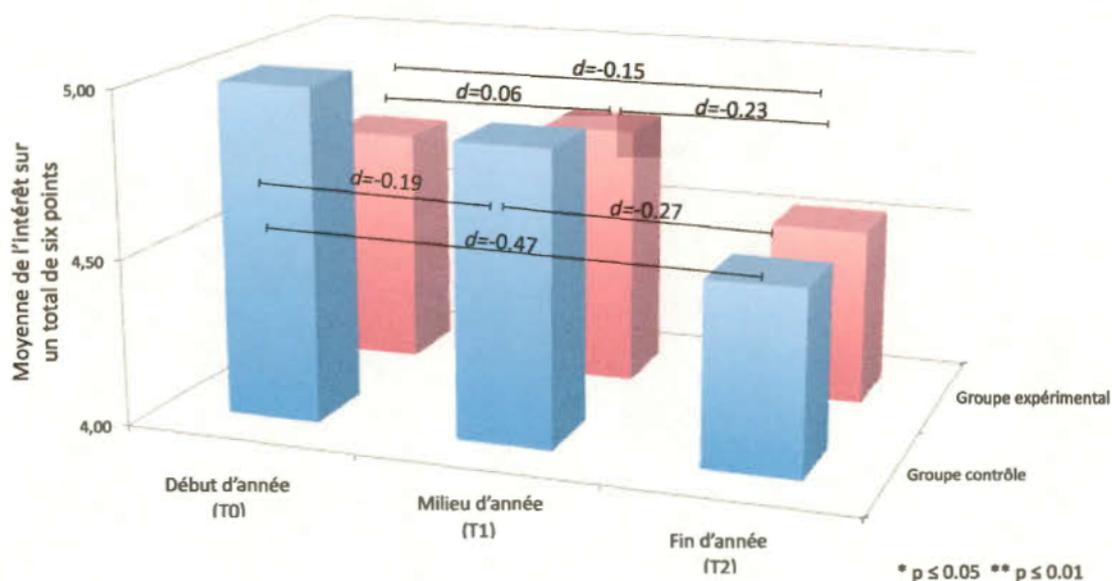


Figure 3 : Évolution de l'intérêt individuel des élèves à l'égard des sciences durant l'année scolaire

En plus de mesurer l'évolution de chaque mesure d'intérêt dans le temps, nous nous sommes intéressés au *gain d'intérêt* entre les différentes prises de données. Un test-T sur le gain d'intérêt entre T0 et T1 (Tableau 6) nous a révélé une diminution non significative de l'intérêt pour les élèves du groupe contrôle ($M = -0.21$, $p = .225$, $d = 0.36$) alors que la moyenne des élèves du groupe expérimental, évoluant dans un environnement collaboratif, montre une légère augmentation non significative ($M = 0.07$, $p = .225$, $d = 0.36$). Entre T1 et T2 (Tableau 7), une diminution non significative est observée tant pour le groupe contrôle ($M = -0.36$, $p = .746$, $d = 0.09$) que pour le groupe expérimental ($M = -0.25$, $p = .746$, $d = 0.09$). Le gain total d'intérêt, soit entre T0 et T2 (Tableau 8), révèle une diminution non significative de l'intérêt pour le groupe contrôle ($M = -0.41$, $p = .443$, $d = 0.23$) et pour le groupe expérimental ($M = -0.19$, $p = .433$, $d = 0.23$). La taille de l'effet de cette dernière analyse statistique possède un d de Cohen de 0.23.

Tableau 6 : Comparaison des gains d'intérêt entre le début et le milieu de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig. (2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	-0.21	0.80	.225	0.36
<i>Collaboratif</i>	26	0.07	0.74		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Tableau 7 : Comparaison des gains d'intérêt entre le milieu et la fin de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig. (2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	-0.36	1.32	.746	0.09
<i>Collaboratif</i>	26	-0.25	0.98		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Tableau 8 : Comparaison des gains d'intérêt entre le début et la fin de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig.</i> <i>(2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	- 0.41	0.98	.433	0.23
<i>Collaboratif</i>	26	- 0.19	0.96		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

4.2. Description des résultats obtenus à l'aide du test conceptuel

En plus de mesurer l'intérêt des élèves à l'égard de la science, nous avons demandé aux élèves de compléter un test conceptuel adapté du « Question Bank » développé dans le cadre du « Chantier 7 project - Improving Students' Conceptual Understanding of Science and Technology » de l'Université McGill. Composé de 60 questions à choix multiples proposant les fausses conceptions les plus souvent rencontrées, ce test nous permet de mesurer l'état des conceptions scientifiques des élèves au premier cycle du secondaire. De ces 60 questions, huit d'entre elles ont été retirées de l'analyse, car elles étaient en lien avec des concepts non abordés en classe ou elles portaient à confusion pour pratiquement l'ensemble des élèves. Présentant un Alpha de Cronbach de 0.81, considéré comme *Bien* (Darren et Mallery, 1999), ce test nous permet d'avoir un portrait de l'état des conceptions des élèves du groupe contrôle et expérimental à trois moments dans l'année.

L'état des concepts scientifiques des élèves des deux groupes n'était, au départ, pas significativement différent ($p = .382$) et a progressé entre chacune des prises de mesure (Figure 4). Les élèves du groupe contrôle ont connu une progression

significative de leurs conceptions en passant de 24.39 ($ET = 5.03$) à T0 à 28.61 ($ET = 5.71$) à T2 avec une taille d'effet $d = 0.61^{**}$ alors que la progression entre T0 et T1 ($M = 24.67$, $ET = 5.72$) n'est pas significative avec un d de Cohen à 0.05. L'évolution de l'état des concepts des élèves du groupe expérimental est pour sa part significative tout au long de l'année passant de 22.81 ($ET = 7.17$) à T0 à une moyenne de 28.58 ($ET = 7.33$) à T1 pour terminer avec 32.31 ($ET = 7.91$) à T2 avec une taille d'effet de $d = 0.80^{**}$ et de $d = 0.49^{**}$ respectivement.

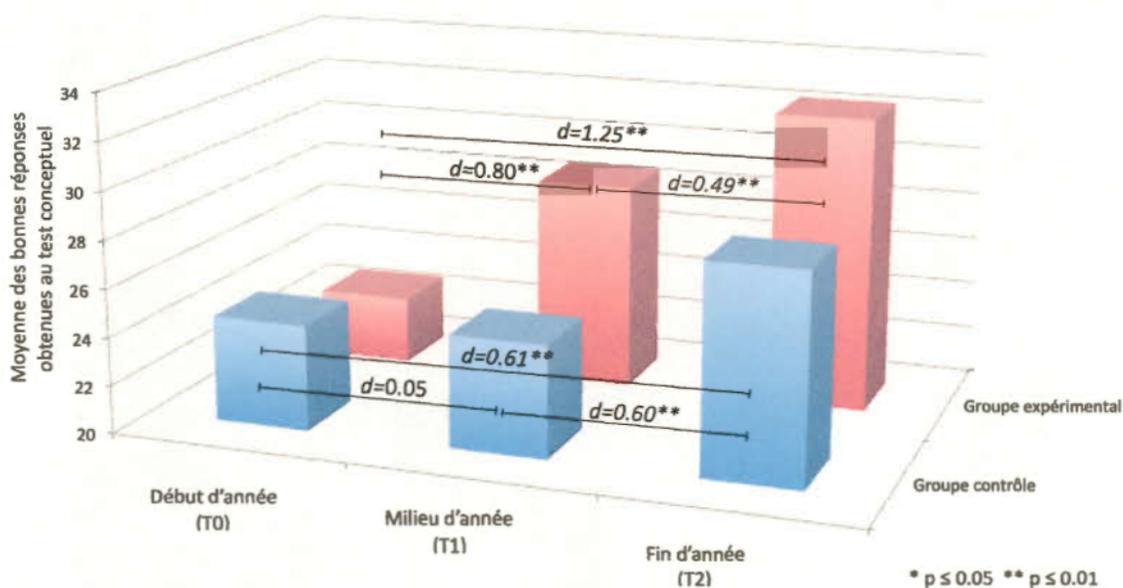


Figure 4 : Évolution des conceptions scientifiques des élèves durant l'année scolaire

Tout comme pour l'intérêt, nous nous sommes attardés au gain conceptuel entre les trois prises de données de l'année afin de disposer d'un portrait plus clair de l'évolution de l'état des conceptions. Lorsque nous nous concentrons sur le gain conceptuel entre T0 et T1 (Tableau 9), nous observons un gain conceptuel significativement plus important ($M = 5.77$, $p < .001$, $d = 1.03$) pour le groupe

expérimental que pour le groupe contrôle ayant reçu un enseignement magistral ($M = 0.65$, $p < .001$, $d = 1.03$). Le gain conceptuel mesuré entre T1 et T2 (Tableau 10) n'est pas significativement différent pour les deux groupes. Cependant, le gain total (T2 - T0) est significativement différent étant plus élevé pour le groupe expérimental ($M = 9.50$, $p = .008$) que pour le groupe contrôle ($M = 4.86$, $p = .008$) avec un d de Cohen de 0.81 (Tableau 11).

Tableau 9 : Comparaison des gains conceptuels entre le début et le milieu de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig. (2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	0.65	4.97	<.001**	1.03
<i>Collaboratif</i>	26	5.77	4.95		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Tableau 10 : Comparaison des gains conceptuels entre le milieu et la fin de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig. (2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	4.04	4.91	.811	-0.07
<i>Collaboratif</i>	26	3.73	4.17		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Tableau 11 : Comparaison des gains conceptuels entre le début et la fin de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig. (2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	4.86	5.72	.008**	0.81
<i>Collaboratif</i>	26	9.50	5.81		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

4.3. Descriptions des résultats scolaires

Nous avons également recueilli les résultats scolaires inscrits à chacun des bulletins des élèves. Ces résultats correspondent à une moyenne pondérée des évaluations et des travaux réalisés durant l'étape et sont représentés en pourcentage. Les examens utilisés étaient les mêmes pour tous les participants, ceux déjà utilisés par l'école et portaient sur les concepts enseignés dans les cours précédents la période d'évaluation.

Signalons qu'en début d'année scolaire les groupes n'étaient pas significativement différents l'un de l'autre ($p = .424$) (Figure 5). En comparant les trois temps de prise de données, nous remarquons que les résultats scolaires des élèves du groupe contrôle ont augmenté de façon non significative passant de 72.83 ($ET = 9.83$) à T0 à une moyenne de 75.71 ($ET = 10.37$, $d = 0.26$) à T1 pour finalement diminuer non significativement à T2 avec un résultat de 73.04 ($ET = 10.06$, $d = -0.24$). En ce qui concerne les résultats scolaires des élèves du groupe expérimental, évoluant dans un environnement d'apprentissage collaboratif, une augmentation significative des résultats a été mesurée entre T0 et T1 passant d'une moyenne de 75.31 ($ET = 11.49$) à 81.19 ($ET = 11.01$) alors que nous mesurons une diminution significative à T2

($M = 74.42$, $ET = 14.10$) avec un d de Cohen de 0.45 entre T1 et T2. La diminution des résultats entre le début et la fin d'année n'est toutefois pas significative.

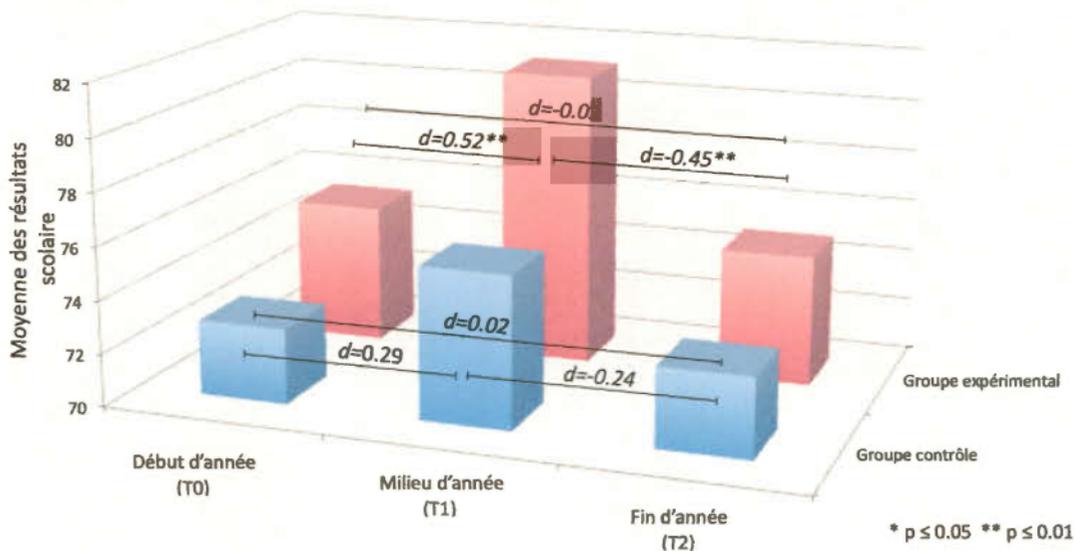


Figure 5 : Évolution des résultats scolaires des élèves durant l'année scolaire

Afin d'être en mesure de bien comprendre l'évolution des résultats scolaires, nous nous intéresserons maintenant au gain entre les trois prises de mesure. Entre T0 et T1 (Tableau 12), la différence du gain obtenu pour les résultats scolaires entre le groupe contrôle ($M = 3.26$, $p = .254$, $d = 0.31$) et le groupe expérimental ($M = 5.88$, $p = .254$, $d = 0.31$) est non significative. Un gain négatif non significatif est mesuré entre T1 et T2 (Tableau 13) pour les deux groupes. Finalement, le gain total (T2 - T1) (Tableau 14) n'est pas significativement différent entre les deux groupes, alors que le groupe contrôle affiche un gain de 1.61, le groupe expérimental obtient un gain négatif de -0.38 avec un d de Cohen de -0.19.

Tableau 12 : Gain des résultats scolaires entre le début et le milieu de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig.</i> <i>(2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	3.26	8.85	.254	0.31
<i>Collaboratif</i>	26	5.88	7.02		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Tableau 13 : Gain des résultats scolaires entre le milieu et la fin de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig.</i> <i>(2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	-1,65	8.49	.063	-0.55
<i>Collaboratif</i>	26	-6.26	8.53		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Tableau 14 : Gain des résultats scolaires entre le début et la fin de l'année scolaire

<i>Groupe</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>ET</i>	<i>sig.</i> <i>(2-tailed)</i>	<i>d</i>
<i>Contrôle</i>	24	1.61	10.27	.504	-0.19
<i>Collaboratif</i>	26	-0.38	10.43		

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

4.4. Analyse du cheminement

Une analyse du cheminement (*Cross-lag design*) a été réalisée afin d'identifier les influences entre les différentes variables de façon longitudinale (Figure 6). Nous avons, pour ce faire, réalisé des séries de trois régressions linéaires: une pour

chacune des trois variables recueillies en milieu d'année et trois pour celles obtenues en fin d'année scolaire. Afin d'identifier les facteurs influençant les variables recueillies en milieu d'année, la première série d'analyses utilise comme variables indépendantes l'environnement d'apprentissage (*Collaboration*), les résultats au questionnaire sur l'intérêt (*Intérêt*), les résultats aux tests de conceptions scientifiques (*Conceptions*) et les résultats scolaires (*Résultats scolaires*) obtenus à T0.

Mises en relation, en premier lieu, avec la variable dépendante de l'intérêt pour les sciences en milieu d'année scolaire (T1), cette régression linéaire nous a permis d'enregistrer une influence positive et significatif de la variable *Intérêt* à T0 sur la variable *Intérêt* à T1 ($B = 0.773, p < .001$) (Tableau 15). La régression n'a pas montré de lien significatif avec les autres variables. Ainsi, la seule variable obtenue en début d'année scolaire qui s'est avérée prédictive de l'intérêt en milieu d'année fut l'intérêt initial. Le modèle a permis d'expliquer 53% de la variance de la variable *Intérêt* à T1 ($R^2 = .53$).

Tableau 15 : Influence des variables en début d'année scolaire sur l'intérêt en milieu d'année scolaire

	<i>B</i>	sig.	R^2
<i>Collaboration</i>	0.650	.527	
<i>Intérêt</i>	0.773	<.001**	53 %
<i>Conceptions</i>	-0.072	.536	
<i>Résultats scolaires</i>	0.103	.368	

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Reprenant les mêmes variables indépendantes, la deuxième régression mesure le lien avec la variable dépendante *Conceptions* en milieu d'année scolaire. Cette analyse révèle que celle-ci est influencée positivement et de façon significative par la variable *Collaboration* ($B = 0.320$, $p = .002$), la variable *Conceptions* ($B = 0.494$, $p < .001$) et la variable *Résultats scolaires* à T0 ($B = 0.327$, $p = .003$) (Tableau 16). La seule variable qui, à l'aide de cette régression, ne montre aucun effet significatif est la variable *Intérêt* à T0. Ce modèle permet de prédire 60% de la variance de la variable *Conceptions* à T1 ($R^2 = .60$).

Tableau 16 : Influence des variables en début d'année scolaire sur les conceptions en milieu d'année scolaire

	<i>B</i>	sig.	<i>R</i> ²
<i>Collaboration</i>	0.320	.002**	60 %
<i>Intérêt</i>	0.183	.061	
<i>Conceptions</i>	0.494	<.001**	
<i>Résultats scolaires</i>	0.327	.003**	

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

La dernière régression linéaire a permis de montrer l'influence significative de la variable *Résultats scolaires* à T0 sur la variable *Résultats scolaires* à T1 ($B = 0.676$, $p < .001$) (Tableau 17). Aucune autre des variables n'a été révélée comme significative par la régression. Ainsi, la variable *Résultats scolaires* à T1 n'est prédite dans notre modèle, qui explique 54% de la variance, que par les résultats scolaires obtenus à T0 ($R^2 = .53$).

Tableau 17 : Influence des variables en début d'année scolaire sur les résultats scolaires en milieu d'année scolaire

	<i>B</i>	sig.	<i>R</i> ²
<i>Collaboration</i>	0.184	.077	
<i>Intérêt</i>	0.108	.299	54 %
<i>Conceptions</i>	0.080	.491	
<i>Résultats scolaires</i>	0.676	<.001**	

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

De la même manière que les premières, les trois dernières régressions linéaires réalisées utilisent les variables indépendantes : environnement d'apprentissage (*Collaboration*), intérêt à l'égard des sciences (*Intérêt*), conceptions scientifiques (*Conceptions*) et résultats scolaires (*Résultats scolaires*) obtenus à T1 en fonction des variables dépendantes *Intérêt*, *Conceptions* et *Résultats scolaires* mesurées cette fois-ci en fin d'année scolaire (T2). Nous constatons en premier que la variable dépendante *Intérêt* à T2 est influencée significativement par la variable *Intérêt* ($B = 0.466$, $p < 0.001$) et par la variable *Conceptions* ($B = 0.450$, $p = .007$) à T1 (Tableau 18). Contrairement à la variable *Intérêt* à T1, nous avons ici deux variables qui expliquent 38% de la variance de la variable *Intérêt* à T2 ($R^2 = .38$).

Tableau 18 : Influence des variables en milieu d'année scolaire sur l'intérêt en fin d'année scolaire

	<i>B</i>	sig.	<i>R</i> ²
<i>Collaboration</i>	-0.095	.435	
<i>Intérêt</i>	0.466	<.001**	38 %
<i>Conceptions</i>	0.450	.007**	
<i>Résultats scolaires</i>	-0.077	.623	

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

La régression linéaire suivante teste la variable dépendante *Conceptions* à T2. Celle-ci s'avère être influencée significativement par la variable *Conceptions* ($B = 0.683$, $p < 0.001$) et la variable *Résultats scolaires* ($B = 0.223$, $p = .040$) à T1 (Tableau 19). La variable *Collaboration* à T1 ne montre cette fois-ci aucun effet significatif. La variance de ce modèle prédit à 69% la variable *Conceptions* à T2 ($R^2 = .69$).

Tableau 19 : Influence des variables en milieu d'année scolaire sur les conceptions en fin d'année scolaire

	<i>B</i>	sig.	<i>R</i> ²
<i>Collaboration</i>	-0.019	.835	
<i>Intérêt</i>	-0.057	.493	69 %
<i>Conceptions</i>	0.683	<.001**	
<i>Résultats scolaires</i>	0.233	.040**	

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

Finalement, la dernière régression linéaire mesure l'influence des variables indépendantes à T1 sur la variable *Résultats scolaires* à T2. La variable *Conceptions* ($B = 0.378$, $p = .004$) et la variable *Résultats scolaires* ($B = 0.596$, $p < .001$) à T1 influencent positivement ceux-ci alors que la variable *Collaboration* l'influence négativement ($B = -0.203$, $p = .048$) (Tableau 20). La variance de cette variable est expliquée à 68% par ce modèle ($R^2 = .68$).

Tableau 20 : Influence des variables en milieu d'année scolaire sur les résultats scolaires en fin d'année scolaire

	<i>B</i>	sig.	<i>R</i> ²
<i>Collaboration</i>	-0.181	.048*	68 %
<i>Intérêt</i>	0.015	.860	
<i>Conceptions</i>	0.338	.004**	
<i>Résultats scolaires</i>	0.600	<.001**	

Note : * $p \leq 0.05$ ** $p \leq 0.01$

La Figure 6 résume et synthétise l'ensemble des résultats obtenus lors des 6 régressions linéaires décrites précédemment. Les valeurs inscrites au-dessus des flèches désignent la valeur Bêta de la régression. Les flèches en rouge désignent les relations significatives et les noires celles qui ne le sont pas.

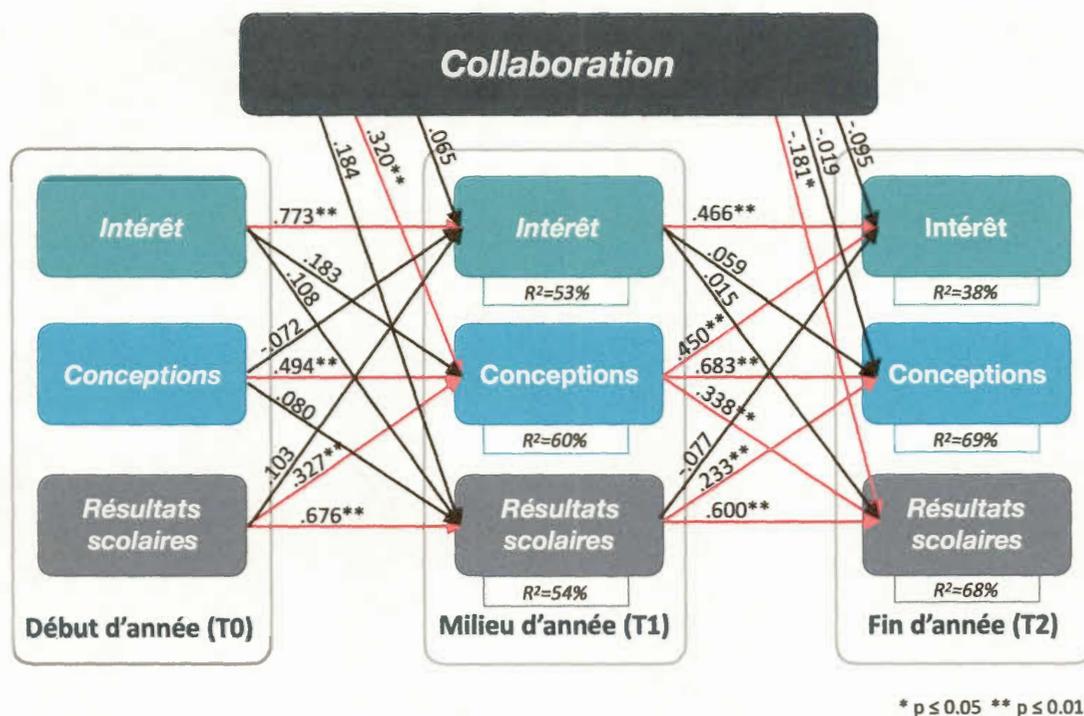


Figure 6 : Analyse du cheminement en fonction des trois prises de données

Il fait mention dans ce chapitre des différents résultats recueillis lors de la collecte de données. Pour chacun des outils de collecte, c'est-à-dire le questionnaire d'intérêt, le test de conception et les résultats scolaires, nous nous sommes tout d'abord intéressés à l'évolution des résultats des élèves pour l'année scolaire pour ensuite ce concentrer sur les gains obtenus entre les différentes prises de données. Finalement, nous avons présenté une analyse du cheminement mettant en relation les différentes variables de la recherche en fonction du temps.

CHAPITRE 5

DISCUSSION

Nous avons jusqu'ici présenté de nombreux résultats provenant des différentes collectes réalisées auprès des sujets de cette recherche. Nous tenterons, à la lumière des différentes analyses effectuées, de vérifier nos hypothèses et de répondre à nos trois questions de recherche portant sur l'effet de l'apprentissage collaboratif. Pour ce faire, nous aborderons tout d'abord chacune des questions séparément pour ensuite tenter, à l'aide de l'analyse de cheminement, de saisir la problématique dans son ensemble et de prendre en considération les interactions existantes entre les différentes variables. Nous serons ainsi en mesure de savoir **dans quelle mesure la mise en place d'un environnement d'apprentissage collaboratif influence l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie et conduit à une meilleure connaissance et à un meilleur changement conceptuel en sciences et technologie au secondaire?**

5.1. Effet de l'apprentissage collaboratif sur l'intérêt

La première sous-question de cette recherche s'emploie à mesurer l'effet de l'apprentissage collaboratif sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie. Afin de répondre à celle-ci, nous nous intéresserons d'abord aux résultats obtenus lors des trois passations du questionnaire sur l'intérêt.

Ces derniers nous permettent tout d'abord d'observer une diminution de l'intérêt durant l'année scolaire tant pour le groupe contrôle, ayant reçu un enseignement magistral, que pour le groupe expérimental, ayant évolué dans un environnement d'apprentissage collaboratif. Ce premier constat est cohérent avec les résultats de plusieurs recherches mesurant un déclin de l'intérêt des élèves débutant le secondaire (Osborne et al., 2003; Potvin et Hasni, 2014a), mais non cohérent avec les conclusions de la recherche de Akinbobola (2009) qui a mesuré un plus grand intérêt chez des élèves soumis à un enseignement utilisant la collaboration, ce que nos données ne nous permettent pas de confirmer, puisque les différences enregistrées entre les deux groupes ne sont pas significatives. Il est également possible que ce déclin marque un « effet de questionnaire » dont Potvin et Hasni (2017) avaient déjà fait l'hypothèse lors de l'utilisation du *Questionnaire général de la CRIJEST*, dont est issu notre propre questionnaire. Selon cette hypothèse, les élèves deviendraient plus critiques de leurs propres impressions lors de la deuxième passation.

Malgré cette similitude, une différence entre les deux groupes est néanmoins observée lorsque nous examinons la magnitude d'effet obtenue par le calcul du d de Cohen. En effet, alors que la magnitude entre la moyenne de l'intérêt en début d'année et la moyenne en fin d'année est petite ($d=0.15$) pour le groupe

expérimental, celle du groupe contrôle est moyenne ($d = 0.47$) (Cohen, 1988). Cette différence va dans le sens de notre hypothèse de recherche selon laquelle l'apprentissage collaboratif produit un plus grand intérêt à l'égard des sciences et de la technologie. Cependant, les résultats du test-T comparant le gain total d'intérêt entre les deux groupes ne sont pas significativement différents (tableau 8). Il n'est donc pas possible d'affirmer hors de tout doute raisonnable, en réponse à notre première question de recherche, que l'apprentissage collaboratif a produit un plus grand effet sur l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie que l'enseignement plus magistral.

5.2. Effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel

« Quel est l'effet de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel? » est la deuxième question posée dans cette recherche. Pour y répondre, nous nous référerons aux résultats obtenus par le test de conceptions scientifiques. Ce questionnaire nous a permis de mesurer, sans trop de surprise, une augmentation des connaissances scientifiques pour les deux groupes. Celle-ci est toutefois plus importante pour le groupe expérimental dont l'apprentissage conceptuel augmente significativement en milieu d'année, puis encore davantage en fin d'année scolaire. Cette appréciation du changement conceptuel est d'autant plus importante qu'elle possède une grande magnitude d'effet (Cohen, 1988) entre la moyenne obtenue en début d'année et celle obtenue en fin d'année scolaire ($d = 1.25$) alors que la magnitude pour le groupe contrôle est considérée comme moyenne ($d = 0.61$), ce qui soutient notre hypothèse.

Curieusement, pratiquement aucun apprentissage conceptuel n'a été mesuré par le test de conception pour le groupe contrôle entre le début et le milieu d'année, l'apprentissage ne semblant avoir lieu qu'en fin d'année scolaire (Figure 4). Il est possible de croire, considérant ces résultats, que l'enseignement magistral a demandé davantage de temps pour démarrer les processus de changement conceptuel alors que l'enseignement collaboratif semble l'avoir provoqué plus rapidement.

Cette différence est aussi relevée dans l'analyse du test-T réalisée sur le gain d'apprentissage des concepts scientifiques entre les trois collectes de données. Celui-ci révèle que les élèves de la classe collaborative maîtrisent significativement plus de concepts scientifiques que les élèves recevant un enseignement magistral lorsqu'on compare le gain conceptuel entre le début et le milieu de l'année (tableau 9) et lorsqu'on compare le gain total (tableau 11). Ces résultats permettent de confirmer notre hypothèse de recherche selon laquelle l'apprentissage collaboratif permet de produire davantage de changements conceptuels par comparaison avec l'enseignement magistral. En plus de produire de meilleures connaissances scientifiques, l'apprentissage collaboratif a conduit les élèves participants à amorcer plus rapidement les processus de changement conceptuel souhaités.

5.3. Effet de l'apprentissage collaboratif sur les résultats scolaires

Les résultats scolaires, regroupant les résultats aux examens et travaux administrés durant l'année, ne nous permettent pas d'obtenir une réponse claire à notre

question de recherche portant sur l'effet de l'apprentissage collaboratif sur la réussite scolaire des élèves au secondaire. Après avoir mesuré une augmentation en milieu d'année pour les deux groupes ($M_{Contrôle} = 3.26$, $M_{Collaboration} = 5.88$), les résultats scolaires diminuent en fin d'année ($M_{Contrôle} = -1.65$, $M_{Collaboration} = -6.26$) pour atteindre sensiblement la même moyenne qu'en début d'année.

Cette fluctuation est difficile à expliquer d'autant plus que les résultats aux tests de conceptions scientifiques montrent une progression des connaissances tout au long de l'année. Elle peut par exemple laisser croire que les élèves ont régressé entre le milieu et la fin de l'année scolaire, ce qui n'est pas nécessairement une hypothèse des plus plausibles. Par contre, on peut rappeler que contrairement au questionnaire d'intérêt et au test de conceptions scientifiques, la variable *Résultats scolaires* a été prise à l'aide d'outils qui sont nouveaux à chaque moment (T0, T1 et T2). En effet, les examens et travaux ne sont pas nécessairement cumulatifs des apprentissages effectués au cours de l'année scolaire. Ils évaluent plutôt les gains récents quels qu'ils soient. Cette caractéristique exclusive de la variable *Résultats scolaires* explique peut-être son comportement moins facile à prédire dans notre modèle.

Il est aussi de notre avis que les examens et travaux administrés aux élèves ne constituaient peut-être pas un outil suffisamment cohérent et robuste pour être utilisé en recherche. En plus de n'avoir soumis les examens à aucune validité scientifique, l'école utilise de nombreux outils d'évaluation différents durant l'année: examen, projet de recherche, présentation orale, rapport de laboratoire ce qui pourrait également expliquer les variations observées. Aussi, il est possible de croire que les concepts considérés comme plus difficiles aient été abordés davantage en fin d'année scolaire. Aucun mécanisme n'a été mis en place afin de

s'assurer une répartition homogène des concepts durant l'année et il n'est pas rare de voir les enseignants élaborer leur planification annuelle en mettant en place une progression du niveau de difficulté des concepts, abordant les concepts jugés plus difficiles en fin d'année. Ces facteurs pourraient expliquer en partie cette variation étrange des résultats scolaires.

L'analyse du test-T réalisé sur le gain scolaire entre T0, T1 et T2 ne montre aucune différence significative entre le groupe contrôle et le groupe expérimental invalidant ainsi notre troisième hypothèse de recherche selon laquelle les élèves soumis à un apprentissage collaboratif obtenaient de meilleurs résultats scolaires. En comparaison avec l'enseignement magistral, l'apprentissage collaboratif n'a pas permis de voir d'effet significatif sur les résultats scolaires.

5.4. Ce que nous révèle l'analyse du cheminement

Afin d'approfondir notre analyse et ainsi donner une réponse plus complète à nos questions de recherche, une analyse du cheminement, basée sur six régressions linéaires, a aussi été réalisée. De cette analyse, présentée précédemment en mode « exhaustif » à la Figure 6, nous avons choisi de ne conserver ici (Figure 7) que les relations significatives. Nous avons aussi fait correspondre l'épaisseur des flèches avec la valeur du Bêta (B) obtenue.

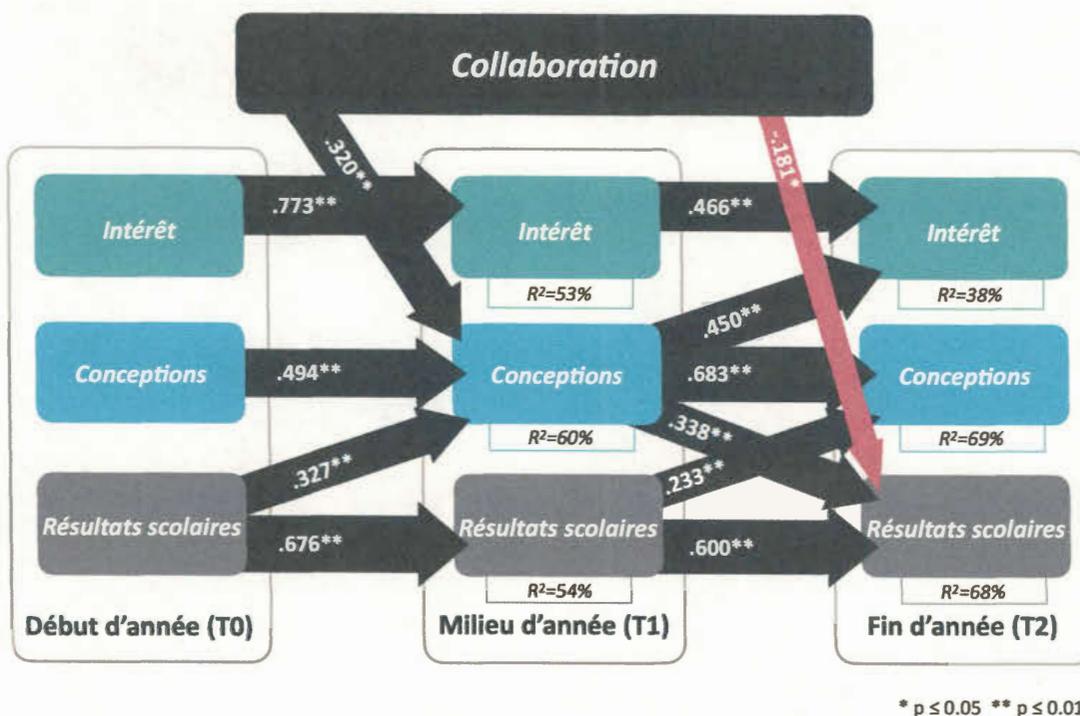


Figure 7 : Analyse du cheminement faisant ressortir les relations significatives

Cette représentation schématique des interactions entre les différentes variables nous fait remarquer tout d'abord que chacune d'entre elles s'influencent elle-même de manière importante tout au long de l'année. Nous observons, sans trop d'étonnement, que l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie en début d'année prédit l'intérêt mesuré en milieu d'année qui à son tour prédit l'intérêt en fin d'année. C'est le même constat pour les conceptions scientifiques et les résultats scolaires : à chaque fois, chaque variable est le meilleur prédicteur de son état subséquent. Outre ces liens facilement prévisibles puisque l'état initial est en général un bon prédicteur de l'état final, certaines flèches de ce schéma nous donnent des renseignements intéressants en lien avec nos questions et hypothèses

de recherche. En effet, l'analyse du cheminement met en lumière l'influence significative de l'apprentissage collaboratif sur le changement conceptuel en milieu d'année, corroborant ainsi notre hypothèse associant l'apprentissage collaboratif à un meilleur changement conceptuel. Ce facteur d'influence sur les connaissances scientifiques est aussi cohérent avec l'analyse des moyennes et des résultats du Test-t présentés précédemment. Il est toutefois étonnant de ne pas voir ce lien apparaître en fin d'année scolaire. Il se pourrait que cela soit dû au niveau de difficulté du test de conceptions, amenant un plafonnement des résultats des élèves à ce test en fin d'année.

Un autre lien particulièrement intéressant que l'analyse du cheminement fait ressortir est celui qui existe entre la variable *Conceptions* à T1 et la variable *Intérêt* à T2. Il semblerait que le fait de produire des changements conceptuels et d'avoir une meilleure compréhension des concepts scientifiques soit un facteur qui influence positivement l'intérêt que les élèves portent envers les sciences et la technologie. Quoiqu'il nous soit impossible, à l'aide de nos résultats, d'associer directement l'apprentissage collaboratif à un plus grand intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie, il est raisonnable de croire que l'apprentissage collaboratif, qui entraîne davantage de changements conceptuels, ait un effet positif « par ricochet » sur l'intérêt. Ce lien indirect implique qu'au-delà de la méthode d'enseignement choisie (apprentissage par problème, contextualisation des apprentissages, explicitation des préconceptions, apprentissage collaboratif, etc.), c'est l'impact que ces méthodes ont sur les changements conceptuels qui ultimement nourrit l'intérêt. Selon cette hypothèse, le développement de l'intérêt serait un des effets que peuvent produire des apprentissages de qualité, mais pas nécessairement l'inverse alors qu'aucune régression n'a montré de lien significatif provenant de la variable *Intérêt* outre l'intérêt initial.

Finalement, lorsque nous nous intéressons aux résultats scolaires, l'analyse du cheminement nous indique, avec une certaine stupéfaction, que l'apprentissage collaboratif a une influence négative significative sur les résultats scolaires en fin d'année. Ce résultat, plutôt surprenant, va même en contradiction avec d'autres résultats de cette recherche. En effet, nous avons démontré précédemment que les élèves du groupe d'apprentissage collaboratif avaient réalisé des apprentissages scientifiques significativement supérieurs au groupe contrôle (tableau 11), alors que cette analyse indique que l'apprentissage collaboratif a un effet négatif sur la réussite aux examens. Il est possible d'envisager, pour expliquer ces résultats divergents, que l'enseignement magistral, qui prédomine dans nos écoles secondaires (Kingsbury, 2012), prépare davantage les élèves à la réussite des examens administrés par l'école. Ces examens favoriseraient par conséquent les élèves ayant évolué au sein d'un enseignement magistral mettant l'accent sur la mémorisation alors que l'apprentissage collaboratif mis sur la démarche d'apprentissage, sur le changement conceptuel ainsi que sur la compréhension des phénomènes et moins sur la mémorisation. Il faut toutefois relativiser l'influence mesurée entre la variable *Collaboration* et la variable *Résultats scolaires* à T2 étant donné qu'elle est la plus petite relation significative enregistrée. La variance ($R^2 = .68$) de cette variable est en effet davantage prédite par la variable *Réussites scolaires* et *Conceptions* à T1.

CONCLUSION

Cette recherche avait pour objectif de mesurer les effets produits par l'apprentissage collaboratif sur le développement des conceptions des élèves (changement conceptuel), l'intérêt qu'ils manifestent à l'égard des sciences et de la technologie ainsi que les résultats scolaires qu'ils obtiennent, lorsque cet apprentissage est vécu sur une base quotidienne et ce durant une année scolaire complète. En comparant l'évolution des deux groupes d'élèves, l'un soumis à un enseignement *magistral* et l'autre à un apprentissage effectué dans un environnement collaboratif appuyé de technologies, nous avons pu mesurer un certain nombre d'effets.

Notre dispositif de recherche nous a permis de voir que la mise en place d'un apprentissage collaboratif au sein d'un cours de sciences et technologie de niveau secondaire semble être un moyen efficace d'amener les élèves à modifier leurs conceptions personnelles de manière à les rapprocher des modèles acceptés par la communauté scientifique et qui sont prévus dans les programmes d'étude. En plus de produire cet effet, l'apprentissage collaboratif semble aussi avoir présenté l'avantage d'inscrire plus rapidement nos participants dans des processus de changement conceptuel. Nous n'avons toutefois pas été en mesure d'enregistrer dans le cadre de cette recherche un effet significatif de l'un ou l'autre des traitements sur l'intérêt à l'égard des sciences et de la technologie. Néanmoins, l'analyse du cheminement effectué sur les résultats met en lumière une relation intéressante entre l'apprentissage collaboratif, le changement conceptuel et

l'intérêt. Il a été montré que le changement conceptuel réalisé en milieu d'année, favorisé par l'utilisation dans la première moitié de l'année scolaire par l'apprentissage collaboratif, semble présenter des effets significatifs sur l'intérêt en fin d'année scolaire. Cette corrélation nous laisse entrevoir l'importance du changement conceptuel comme médiateur de l'intérêt. Le niveau de changement conceptuel en milieu d'année a également enregistré des répercussions positives sur les résultats scolaires en fin d'année. Il est donc raisonnable de suggérer que le phénomène de changement conceptuel et son avènement dans le parcours des élèves soit d'une importance considérable dans le cheminement de ces derniers. Nos résultats laissent croire que c'est lorsque des évolutions conceptuelles profondes et nombreuses se produisent que des incidences positives et multiples peuvent être attendues.

Limites de la recherche

La recherche réalisée dans le cadre de ce mémoire comporte certaines limites qu'il est nécessaire de bien comprendre afin de saisir la portée des résultats présentés. Tout d'abord, le nombre restreint de participants au sein des deux groupes représente incontestablement la limite principale de cette recherche. Pour des raisons logistiques et organisationnelles inhérentes à la taille habituelle d'une recherche effectuée dans le cadre d'une maîtrise, il nous a été impossible d'effectuer cette recherche avec plus d'un groupe contrôle et d'un groupe expérimental, contenant respectivement 24 et 26 élèves. Malgré ce faible échantillon, nous pensons que la période d'intervention substantielle de dix mois puisse contribuer à contre-balancer la faible taille de l'échantillon. De plus, le

diagnostic initial (T=0) des trois variables à l'étude nous permet de contrôler pour certaines différences ordinaires ou dues au hasard qui auraient pu exister entre les participants de nos deux groupes avant que ne commence l'expérimentation.

Une autre limite pouvant constituer un biais dans cette recherche repose sur le double rôle qu'a joué le chercheur. En effet, en plus de porter le chapeau de chercheur, celui-ci était aussi l'enseignant de sciences et technologie des groupes contrôle et expérimental pour l'ensemble de l'année scolaire. Ce choix méthodologique avait comme avantage d'assurer que l'administrateur du traitement comprenait bien les objectifs de la recherche et la nature des deux traitements considérés, de manière à favoriser une application qui soit conforme à ces objectifs. Mais, malgré certains avantages manifestes, ce choix méthodologique présente également un risque pour la recevabilité des résultats. En effet, il n'est pas déraisonnable de croire que, malgré sa bonne foi, le chercheur ait adopté un comportement favorisant inconsciemment l'un des deux groupes. Cependant, afin de réduire ce biais, nous avons pris soin de mettre en place dès le départ certains mécanismes. Premièrement, pour nous certifier de la conformité du traitement prodigué au groupe contrôle, nous nous sommes assurés d'administrer un enseignement qui soit le plus apparenté possible à celui des autres enseignants de S&T de 1^{re} secondaire de l'école où se déroulait la recherche. Deuxièmement, tant pour le groupe contrôle que pour le groupe expérimental, l'enseignement prodigué avait comme objectif de produire un changement conceptuel et favoriser la réussite de l'ensemble des élèves. Finalement, même si l'enseignant adoptait des méthodes d'enseignement différentes, celui-ci s'est efforcé de ne rien changer à sa manière d'être et à sa gestion de classe. Pour ce faire, de nombreuses et fréquentes discussions avec son équipe de direction ont été tenues. Il faut néanmoins noter que l'apprentissage collaboratif correspondait davantage à son style d'enseignement

habituel. Il n'est donc pas complètement impossible que ce fut sa familiarité avec ce traitement particulier qui ait influencé les résultats. Malgré une aussi bonne maîtrise de l'enseignement magistral que de l'apprentissage collaboratif par l'expérimentateur, nous pouvons donc croire, bien qu'il soit difficile d'évaluer la magnitude et le sens de cet effet possible, que cette préférence avouée représente une limite pour la crédibilité des résultats de cette recherche.

Enfin, une autre limite de notre recherche concerne les différences fondamentales qui existent entre nos trois variables et en particulier entre les trois tests qui permettent de les inférer. Par exemple, le test conceptuel fut le même aux trois temps ($T=0$; $T=1$; $T=2$) alors que les examens ordinaires qui permettent d'inférer les résultats scolaires des élèves sont différents d'un moment à l'autre. Aussi, on peut s'attendre à ce que le test conceptuel soit cumulatif (apprentissages cumulés), alors qu'on conçoit aisément que le questionnaire d'intérêt puisse plus facilement présenter des déclinés. Or, même si la méthode de régression linéaire n'interdit pas l'existence de différences de ce type entre les variables considérées, il reste qu'une étude comme la nôtre qui s'intéresse aux effets de certaines variables sur d'autres (fonctionnellement différentes) pourrait limiter de certaines manières qui nous échappent les interprétations que nous en faisons. Après avoir consulté deux experts sur la question, nous croyons cependant que nos interprétations fondamentales résistent bien, mais restent sujettes à discussion.

Incidences possibles pour l'enseignement et la recherche

Au regard de nos résultats et bien que l'apprentissage collaboratif nécessite une transformation majeure de la pratique enseignante, nos résultats militent en faveur d'une adoption d'interventions éducatives basées sur l'apprentissage collaboratif en sciences et technologie au secondaire. En plus d'amener les élèves à être actifs dans leurs apprentissages, à questionner la validité des informations lues ou transmises par leurs pairs et à remettre en question leurs propres perceptions, il est suggéré ici que la mise en place d'environnements d'apprentissages collaboratifs favorise le déclenchement de changements conceptuels et ce, en comparaison avec des interventions plus transmissives. L'adoption d'une telle pratique est d'autant plus intéressante que la difficulté de produire un changement conceptuel est considérée comme important par de nombreux chercheurs (DiSessa, 2006; Potvin et al., 2014; Potvin et al., 2012; Vosniadou et al., 2001).

Il est important de bien saisir les fondements du modèle d'apprentissage collaboratif utilisés dans le cadre de cette recherche afin de prétendre aux mêmes résultats. Rappelons d'abord que celui-ci repose entre autres sur l'utilisation de situations d'apprentissages ouvertes et flexibles qui encouragent et valorisent la discussion, le partage et la confrontation des idées et des connaissances au sein d'un climat non compétitif. L'utilisation des outils technologiques dans ce type d'environnement d'apprentissage joue un grand rôle alors qu'ils apportent une plus grande flexibilité pédagogique ainsi qu'un contexte beaucoup plus réel d'enseignement. L'accès à un éventail diversifié de ressources et d'informations favorise la discussion et l'interaction, condition essentielle à l'apprentissage collaboratif. En effet, les interactions entre les élèves sont l'élément central qui les obligent les élèves dans

un premier temps à s'interroger sur leurs conceptions initiales et par le fait même à les expliciter. Cette première étape les entraînerait à prendre tout d'abord conscience d'elles et peut-être même de déjà en entrevoir leurs limites (Çepni et Şahin, 2012). Confrontés dans un deuxième temps aux conceptions initiales de leurs collègues, ceux-ci vont parfois commencer à percevoir une dissonance entre leur compréhension et celle des autres, les conduisant à faire face à vivre un conflit cognitif. « Ce conflit l'incite, à partir des coordinations réalisées collectivement, à une restructuration cognitive » (Perret-Clermont, 1979, p. 136). Lorsqu'il est suggéré par un enseignant, il aurait des effets peu concluants (Kang et al., 2010), alors qu'il aurait une portée bien plus grande lorsqu'il est initié par l'interaction avec des pairs (Baser, 2006; Eryilmaz, 2002). Il est donc important, dans un contexte d'apprentissage collaboratif, que l'enseignant parvienne à favoriser la confrontation d'idées divergentes « le sujet ne pourra bénéficier de l'interaction que si elle est conflictuelle » (Perret-Clermont, 1979, p. 200). Ce rôle joué par l'enseignant est d'autant plus important qu'il doit aussi réduire au maximum le possible effet de contamination tels que ceux suggérés par Potvin (2012). Ce conflit cognitif, une fois généré, permet aux élèves d'accueillir une nouvelle explication scientifique, mais aussi d'être critique face à leur première conception influençant peut-être par le fait même les mécanismes d'inhibition des préconceptions.

Nécessitant une organisation spatiale et l'utilisation de ressources non conventionnelles pour le milieu scolaire actuel, nous croyons qu'il est également important que les commissions scolaires et les directions d'établissement valorisent et soutiennent la mise en place d'environnements d'apprentissage favorisant la collaboration et inspirés des caractéristiques du nôtre. De plus, une place plus importante pourrait être accordée à ce type de pratique pédagogique au sein de la formation de base et de la formation continue des enseignants. La tâche est

considérable car l'apprentissage collaboratif exige un genre de conversion pédagogique que tous les enseignants ne sont pas prêts à faire.

L'apprentissage collaboratif ouvre aussi les élèves à une perspective plus constructiviste de l'acquisition de connaissances. Il les inscrit dans une dynamique de production de savoirs, avec tout ce que cela suppose, plutôt qu'une dynamique plus « dogmatique » de consommation qui ne laisse que peu de place au doute, aux conflits, aux compromis et au caractère construit de la connaissance et qui, en définitive fait passer les faits pour des vérités, alors qu'ils ne sont que des points de départ pour des interprétations et des modélisations partagées. Il serait donc intéressant à l'avenir d'étudier aussi le développement des conceptions épistémologiques que les élèves entretiennent à propos du savoir scientifique, en plus de l'intérêt qu'ils éprouvent pour lui. Peut-on à ce moment faire l'hypothèse que les deux se nourriraient mutuellement ?

La relation révélée dans notre recherche par l'analyse du cheminement entre l'apprentissage collaboratif, le changement conceptuel et l'intérêt nous permet d'entrevoir de très intéressantes implications futures pour la recherche en lien avec l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie. En effet, le lien existant entre le changement conceptuel en milieu d'année et l'intérêt des élèves en fin d'année nous amène à envisager le changement conceptuel comme un facteur d'influence de l'intérêt des élèves. Ces résultats semblent indiquer qu'au-delà de la pratique pédagogique, c'est la production de changements conceptuels qui a vraisemblablement le plus d'influence sur l'intérêt (mis à part l'état initial de cette même variable). Ainsi, nous croyons pertinent d'encourager la réalisation de recherches ayant comme objectif d'établir un lien entre la réalisation de changements conceptuels et l'intérêt.

Il reste cependant que les limites de notre recherche, bien que cette dernière semble corroborer d'autres recherches menées ailleurs, nous invitent malgré tout à rester prudents. Il nous apparaît que davantage de recherches avec des devis apparentés sont désormais nécessaires pour confirmer nos conclusions. À cet égard, d'autres devis longitudinaux, mais cette fois appliqués sur de plus grands nombres de participants, et peut-être avec davantage de prises de données intermédiaires, permettraient d'étudier l'évolution des variables considérées avec une meilleure résolution temporelle, tout en sécurisant l'atteinte de seuils de significativité. Des instruments bien adaptés aux niveaux des participants impliqués permettraient peut-être aussi d'éviter davantage les « effets de plafond » comme il est possible que nous en ayons rencontrés, dans les cas où les notes deviennent rapidement proches des valeurs maximales.

Dans tous les cas, nos résultats nous encouragent à poursuivre les travaux, et à développer de nouvelles preuves basées sur des devis inspirés du nôtre, et où on peut tester l'effet de traitements appliqués sur de très longues périodes et permettant de voir des effets importants sur des indicateurs chers au monde de l'éducation, comme l'apprentissage et l'intérêt.

ANNEXE A

TEST DE CONCEPTIONS SCIENTIFIQUES DES ÉLÈVES DE 1er SECONDAIRE

CONCEPTIONS SCIENTIFIQUES DES ÉLÈVES DE 1^{ER} SECONDAIRE

2016

Adaptation du : « Question Bank Developed by the Chantier 7 Project –
Improving Students' Conceptual Understanding of Science and Technology »

CONSIGNES

- Ce questionnaire n'est pas un test ou un examen.
- Il sert surtout à connaître le niveau de connaissance des élèves sur les sciences et la technologie (S&T).
- 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, votre enseignant ou votre école. De plus, votre nom sera remplacé par un code afin d'éviter qu'on reconnaisse vos réponses personnelles.

Nous sommes conscients que vous avez probablement déjà répondu à ce questionnaire par le passé (à une ou à plusieurs reprises). Ne vous inquiétez pas; ceci est parfaitement normal, puisque nous sommes intéressés à l'ÉVOLUTION de vos réponses dans le temps. Il est donc très important de remplir ce questionnaire avec le même sérieux que par le passé.

MOI ET MON ENTOURAGE

1. Indiquez lisiblement vos noms et prénoms :

NOM : _____

PRÉNOM : _____

2. Je suis...

une fille un garçon

3. Ma date de naissance est...

Jour	Mois	Année

3a. La date d'aujourd'hui est...

Jour	Mois	Année

1. Lorsque l'on grimpe de la base jusqu'au sommet d'une grande montagne, que se passe-t-il au niveau de la température et de la quantité d'oxygène contenu dans l'air ?
 - A. Il fera plus chaud au sommet et il y aura davantage d'oxygène.
 - B. Il fera plus chaud au sommet et il y aura moins d'oxygène.
 - C. La température sera identique et il y aura autant d'oxygène en haut qu'en bas.
 - D. Il fera plus froid et il y aura moins d'oxygène au sommet.
 - E. Il fera plus froid et il y aura davantage d'oxygène au sommet.

2. Dans quelle couche de l'atmosphère la plupart des phénomènes météorologiques se produisent-ils ?
 - A. Troposphère
 - B. Stratosphère
 - C. Mésosphère
 - D. Thermosphère

3. Lequel (lesquels) de ces gaz est (sont) contenu dans l'air ?
 - A. l'azote
 - B. l'oxygène
 - C. la vapeur d'eau
 - D. A et B.
 - E. A, B et C.

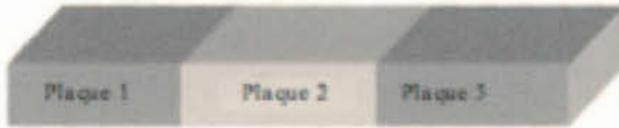
4. La roche composant la falaise sur la photo ci-dessous fait partie d'un continent. Quelle est la relation entre le continent et les plaques tectoniques ?
 - A. Le continent fait partie d'une plaque
 - B. Le continent se trouve à côté d'une plaque, mais n'en fait pas partie.
 - C. Le continent est sur une couche d'eau qui est elle-même au-dessus d'une plaque.
 - D. Le continent est directement au-dessus d'une plaque, mais n'en fait pas partie.



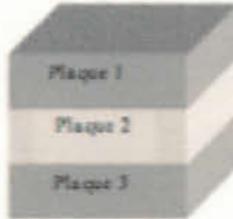
5. Lequel des énoncés suivants décrit correctement la couche de la Terre située directement sous les plaques tectoniques?
- A. Elle se déplace très rapidement, et ce dans des directions différentes à différents endroits.
 - B. Elle se déplace très lentement, et ce dans des directions différentes à différents endroits.
 - C. Elle se déplace très lentement, et ce dans une direction bien déterminée autour de la terre.
 - D. Elle ne se déplace pas.
6. Lequel des énoncés suivants décrit correctement le mouvement des continents?
- A. Les continents se déplacent en même temps que la plaque dont ils font partie.
 - B. Les continents se déplacent indépendamment des plaques.
 - C. Les continents ne se déplacent pas.
 - D. Les continents se sont déplacés par le passé, mais ne se déplacent plus maintenant.
7. Lequel des énoncés suivants décrit correctement l'origine des montagnes sur Terre?
- A. Toutes les montagnes visibles aujourd'hui étaient déjà présentes quand la Terre s'est formée.
 - B. Les montagnes ont été créées pendant un certain temps après la formation de la Terre, mais il n'y a plus de nouvelles montagnes en formation de nos jours.
 - C. Les montagnes n'ont pas arrêté de se former depuis la naissance de la Terre et elles sont toujours en développement aujourd'hui.
 - D. Depuis la formation de la Terre, les montagnes se sont formées sur les continents, mais pas au fond des océans.
8. Parmi les énoncés suivants, lequel décrit correctement les plaques tectoniques de la Terre?
- A. Elles sont séparées par les océans.
 - B. Elles sont empilées les unes sur les autres à l'intérieur de la Terre.
 - C. Elles touchent les plaques adjacentes et s'emboîtent les unes dans les autres.
 - D. Elles sont entourées de roche fondue et ne se touchent pas les unes les autres.

9. Lequel des énoncés suivants représente la façon dont trois plaques tectoniques s'emboîtent les unes dans les autres ?

A.



B.



C.



10. Les scientifiques pensent que la cause principale de la formation des montagnes serait:

- A. le refroidissement et le rétrécissement de la Terre.
- B. le réchauffement et l'expansion de la Terre.
- C. l'attraction gravitationnelle de la Lune.
- D. les facteurs climatiques locaux.
- E. la tectonique des plaques.

11. Que peut-il se produire si une montagne subit les effets de l'érosion sur une période de temps prolongée?

- A. Une diminution de la hauteur de la montagne.
- B. Certaines parties de la montagne auront une pente plus abrupte.
- C. Une diminution de la profondeur des vallées.
- D. Seulement deux de ces réponses peuvent se produire.
- E. Les réponses A, B et C peuvent toutes se produire.

12. Parmi les énoncés suivants, lequel décrit des phénomènes pouvant élargir une vallée en brisant la couche rocheuse qui la borde de chaque côté?

- A. Le vent, l'eau et les racines des plantes peuvent briser les rochers.
- B. L'eau et le vent peuvent briser les rochers, mais pas les racines des plantes.
- C. L'eau peut briser les rochers, mais pas le vent et les racines des plantes.
- D. L'eau et les racines peuvent briser les rochers, mais pas le vent.
- E. Ni le vent, ni l'eau, ni les racines des plantes ne peuvent briser les rochers.



13. Comment se forme un courant d'air?

- A. Les courants d'air se forment lorsque l'air froid monte et l'air chaud descend.
- B. Les courants d'air se forment lorsque l'air chaud monte et l'air froid descend.
- C. La montée et la descente de l'air ne créent pas de courants d'air. Les courants d'air se forment lorsque de l'air froid se déplace le long de la surface de la Terre vers l'air plus chaud.
- D. La montée et la descente de l'air ne peuvent pas former des courants d'air. Les courants d'air se forment seulement grâce à la rotation de la Terre.

14. Lequel de ces énoncés décrit correctement l'évaporation de l'eau?

- A. Elle se produit uniquement durant la journée, par ciel clair.
- B. Elle se produit uniquement lorsque l'eau bout.
- C. Elle se produit quand l'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux.
- D. Seulement deux de ces énoncés sont vrais.
- E. Les énoncés A, B et C sont tous vrais.

15. Lequel des phénomènes suivants ne fait pas partie du cycle de l'eau?

- A. La neige qui tombe des nuages.
- B. L'évaporation des océans.
- C. L'absorption de l'eau par les plantes.
- D. L'infiltration de l'eau dans le sol.
- E. Tous ces phénomènes font partie du cycle de l'eau.

16. Un élève observe que, au milieu de la journée, le soleil est plus haut dans le ciel en été qu'en hiver. Lequel des énoncés suivants permet d'expliquer son observation?
- A. L'orientation de l'axe de la terre par rapport au Soleil est différente en été et en hiver.
 - B. L'orientation de l'axe de la Terre par rapport au plan dans lequel la Terre tourne autour du Soleil est différente en été et en hiver.
 - C. La différence n'est pas causée par le changement d'orientation de l'axe de la terre. Elle est causée par un changement de la position du Soleil dans le système solaire.
 - D. La différence ne vient pas du changement d'orientation de l'axe de la Terre. Elle vient du fait que les jours sont plus longs en été qu'en hiver.
17. Laquelle de ces propositions à propos de la nature des planètes et des étoiles est valide ?
- A. Les planètes orbitent autour d'une étoile qui, elle, est immobile.
 - B. Les planètes orbitent autour d'une étoile qui se déplace dans l'espace.
 - C. Les planètes et les étoiles orbitent autour d'un soleil
 - D. Les planètes et les étoiles orbitent les unes autour des autres.
18. Le Soleil ...
- A. est une grande planète
 - B. est une planète chaude
 - C. est une petite planète
 - D. est une vieille planète
 - E. n'est pas une planète

19. Laquelle des propositions à propos de la nature des planètes et des étoiles est valide ?

- A. Une planète émet sa propre lumière tandis qu'une étoile reflète la lumière du soleil.
- B. Une planète reflète la lumière du soleil tandis qu'une étoile émet sa propre lumière.
- C. Les planètes et les étoiles émettent leur propre lumière.
- D. Les planètes et les étoiles reflètent la lumière du soleil.

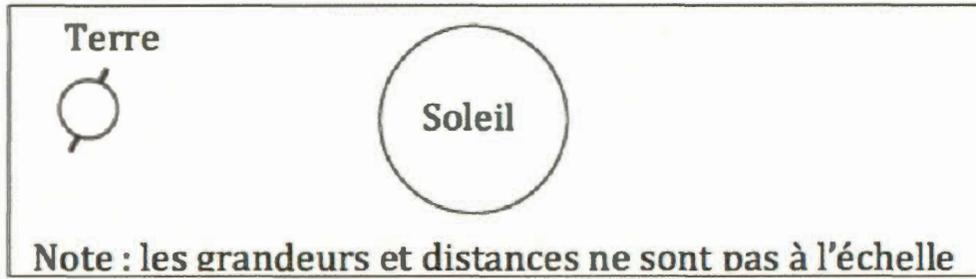
20. Lequel de ces énoncés, à propos du nombre d'heures de jour au Pôle Nord et à l'équateur par rapport au reste du monde, est correct?

- A. Là où il y a le plus d'heures de jour, c'est à l'équateur. Là où il y en a le moins, c'est au pôle Nord.
- B. Là où il y a le plus d'heures de jour, c'est au pôle Nord. Là où il y en a le moins, c'est à l'équateur.
- C. Parfois, le Pôle Nord est l'endroit où il a le plus d'heures de jour et parfois celui où il y en a le moins. L'équateur a le même nombre d'heures de jour, quel que soit le jour de l'année.
- D. Le nombre d'heures de jour est le même partout sur Terre, quel que soit le jour de l'année.

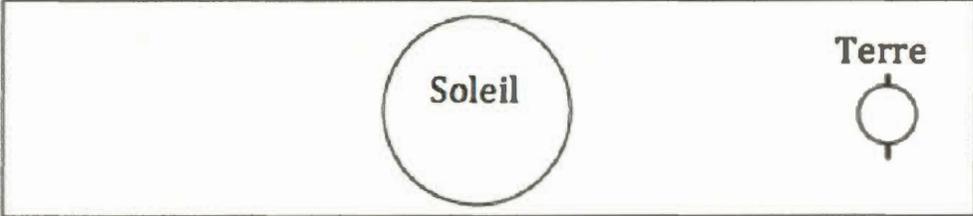
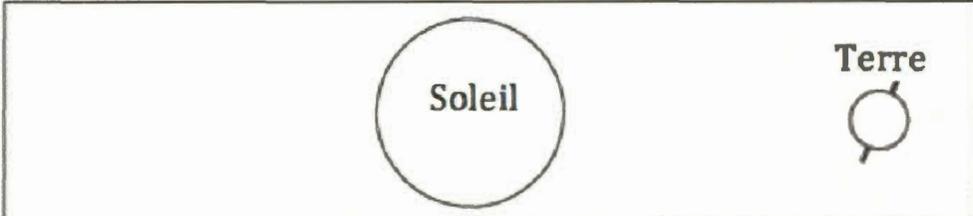
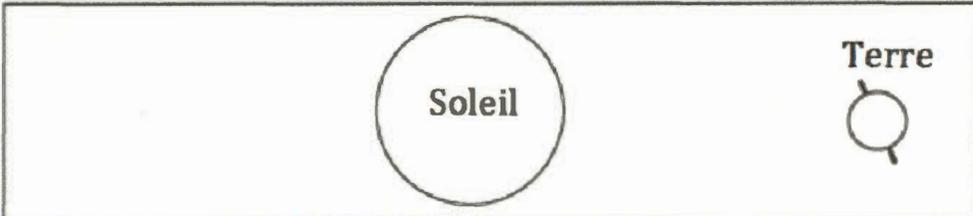
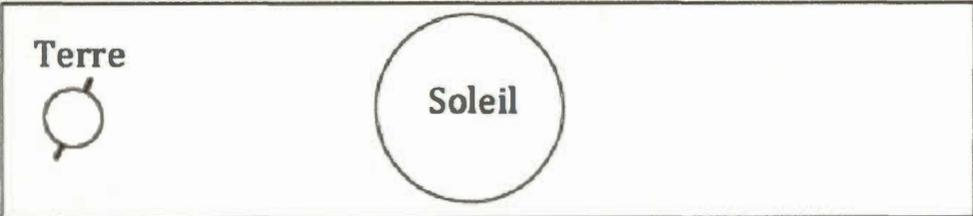
21. Lequel des facteurs suivants peut limiter le nombre d'organismes que peut supporter un écosystème?

- A. Seulement l'eau.
- B. Seulement les minéraux.
- C. Seulement la lumière du soleil.
- D. Seulement l'eau et le soleil.
- E. À la fois l'eau, les minéraux et le soleil.

22. Le diagramme ci-dessous montre la terre avec son axe de rotation pointé vers le soleil.



Lequel de ces diagrammes montre correctement la position et l'inclinaison de la Terre six mois plus tard?

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

23. Dans l'image ci-dessous, quels éléments font partie de cet écosystème désertique?

- A. Seulement le cactus.
- B. Seulement le sable.
- C. À la fois le cactus et le sable.
- D. Le cactus, le sable et la lumière du soleil.
- E. Un désert n'est pas un écosystème.



24. Dans un écosystème forestier, les renards se nourrissent principalement d'une variété d'oiseaux et de rongeurs (petits mammifères à fourrure). Qu'arriverait-il aux renards si une inondation causait la disparition d'un type de rongeur?

Les renards :

- A. mangeraient d'autres rongeurs et oiseaux.
- B. mangeraient des baies.
- C. mangeraient des insectes.
- D. mourraient.
- E. iraient vivre ailleurs.

25. Les girafes ont de longs cous parce que:

- A. elles l'étirent pour atteindre leur nourriture, qu'elles trouvent dans les arbres.
- B. leurs ancêtres se sont adaptés au fil du temps pour avoir de longs cous.
- C. les girafes avec les plus longs cous sont les plus fortes et les plus parfaites.
- D. la longueur de leur cou augmente la température de leur corps.
- E. la longueur de leur cou augmente leur vitesse motrice.

26. Le virus de la grippe s'est probablement propagé, car:

- A. les humains sont en voie d'extinction.
- B. il s'adapte continuellement à de nouveaux environnements.
- C. il veut infecter des gens partout dans le monde.
- D. le virus est plus intelligent, plus rapide et plus fort que la plupart des gens.
- E. le surpeuplement et la pollution gardent le virus actif et contagieux.

27. Parmi les organismes suivants, lesquels peuvent être poussés à l'extinction?
- A. Les plantes, les animaux et les micro-organismes.
 - B. Les plantes et les animaux, mais pas les micro-organismes.
 - C. Seulement les plantes.
 - D. Seulement les animaux.
 - E. Seulement les micro-organismes.
28. Quel énoncé ci-dessous décrit le mieux la relation entre un organisme et ses cellules?
- A. Un organisme est un ensemble qui contient des cellules.
 - B. Un organisme est un ensemble qui est recouvert de cellules.
 - C. Un organisme est une grosse cellule à l'intérieur de laquelle on retrouve d'autres cellules.
 - D. Un organisme est constitué d'une ou plusieurs cellules.
 - E. Un organisme peut ou non être constitué de cellules.
29. Que verrait une biologiste sous le microscope si elle observait un petit morceau d'une feuille d'une plante ainsi qu'un petit morceau de racine de la même plante?
- A. La feuille et la racine seraient toutes deux constituées de cellules.
 - B. La feuille serait constituée de cellules, mais pas la racine.
 - C. La racine serait constituée de cellules, mais pas la feuille.
 - D. Ni la racine ni la feuille ne serait constituée de cellules parce que les plantes ne sont pas constituées de cellules.
30. De quelle manière les plantes et les animaux diffèrent-ils dans la façon dont ils utilisent l'énergie?
- A. Les plantes utilisent l'énergie pour fabriquer des molécules; les animaux en sont incapables
 - B. Les animaux utilisent l'énergie pour briser les molécules; les plantes en sont incapables.
 - C. Les animaux utilisent l'énergie pour se déplacer; les plantes en sont incapables.
 - D. Les plantes utilisent l'énergie directement; les animaux doivent la transformer.

31. Lequel des énoncés suivants décrit correctement l'utilisation de la nourriture par les enfants?
- A. Les enfants ont besoin de nourriture comme source d'énergie ainsi que pour construire ou réparer les muscles.
 - B. Les enfants ont besoin de nourriture comme source d'énergie, mais pas pour construire ou réparer les muscles.
 - C. Les enfants ont besoin de nourriture pour construire ou réparer les muscles, mais pas comme source d'énergie.
 - D. Les enfants ont besoin de nourriture pour les maintenir en vie, mais la nourriture ne sert pas de source d'énergie et ne sert pas à construire ou réparer les muscles.
32. Parmi les parties du corps d'un animal suivantes, lesquelles sont constituées de cellules?
- A. Les muscles, mais pas le cerveau.
 - B. Le cerveau, mais pas les muscles.
 - C. Les muscles et le cerveau.
 - D. Ni le cerveau, ni les muscles.
33. Parmi les parties d'une plante énoncées ci-dessous, lesquelles sont constituées de cellules?
- A. Les fleurs, mais pas les tiges.
 - B. Les tiges, mais pas les fleurs.
 - C. Les fleurs et les tiges.
 - D. Ni les tiges, ni les fleurs.
34. Lequel des énoncés suivants décrit correctement l'intérieur d'une cellule animale?
- A. L'intérieur d'une cellule animale est complètement solide.
 - B. L'intérieur d'une cellule animale est complètement rempli d'air.
 - C. L'intérieur d'une cellule animale est complètement rempli d'eau à l'état liquide.
 - D. L'intérieur d'une cellule animale contient de l'eau à l'état liquide ainsi que des structures moléculaires ayant des rôles structurels et organisationnels.

35. Jonathan possède trois cubes (un en liège, un en bois et un en métal). Sachant que ces cubes ont le même volume et qu'ils sont tous pleins, auront-ils la même masse?
- A. Oui, ils auront tous la même masse puisqu'ils ont le même volume.
 - B. Non, ils n'auront pas la même masse, parce qu'ils sont faits de substances différentes.
36. Jonathan possède trois béchers contenant chacun 50 ml de liquide. Le premier contient de l'alcool, le deuxième de l'eau et le troisième du sirop d'érable, auront-ils la même masse?
- A. Oui, ils auront tous la même masse puisque les trois ont une masse de 50 ml.
 - B. Oui, ils auront tous la même masse puisqu'ils ont le même volume.
 - C. Non, ils n'auront pas la même masse, parce que deux des liquides sont clairs alors que le sirop d'érable est de couleur foncée.
 - D. Non, ils n'auront pas la même masse, parce qu'ils sont remplis de substances différentes.
37. Mohammed veut trouver **la masse d'un liquide**. Que doit-il faire? Choisis la bonne réponse.
- A. Il doit verser le liquide dans un cylindre gradué et examiner le niveau.
 - B. Il doit verser le liquide dans un cylindre gradué, utiliser une balance pour trouver la masse totale, puis soustraire la masse du cylindre vide.
 - C. Il doit peser avec une balance un cylindre gradué rempli du liquide et soustraire la masse du cylindre vide.
38. Mohammed a un ballon rempli de 5 g d'hélium et une bille d'acier de 5 g. Laquelle de ces deux substances (hélium ou acier) a la plus grande masse?
- A. Les deux ont la même masse.
 - B. La bille d'acier a la plus grande masse.
 - C. L'hélium a la plus grande masse.
 - D. L'hélium est un gaz, donc il n'a pas de masse.
39. Violette possède deux billes d'acier de 5 g. L'une d'elle est plutôt froide et l'autre vient de sortir du four et a une température de 90 °C. Laquelle de ces deux billes a la plus grande masse?
- A. Les deux ont la même masse.
 - B. La bille froide a la plus grande masse.
 - C. La bille chaude a la plus grande masse.

40. 100 kg de plumes et 100 kg de roches occuperont-ils le même espace (volume)?

- A. 100 kg de plumes occupe plus d'espace que 100 kg de roches.
- B. 100 kg de roches occupe plus d'espace que 100 kg de plumes.
- C. 100 kg de plumes et 100 kg de roches occupent le même espace.

41. De quelle façon les molécules d'air chaud diffèrent-elles des molécules d'air froid ?

- A. Les molécules de l'air chaud sont plus éloignées les unes des autres que les molécules de l'air froid.
- B. Les molécules de l'air chaud ont une masse plus faible que les molécules de l'air froid.
- C. Les molécules de l'air chaud sont mélangées avec des molécules de chaleur.
- D. Les molécules de l'air chaud sont plus petites que les molécules d'air froid.

42. Que se produira-t-il si on laisse une tasse d'eau froide se réchauffer jusqu'à ce qu'elle atteigne la température ambiante?

- A. La taille des molécules d'eau diminue.
- B. Le nombre de molécules d'eau augmente.
- C. La masse des molécules d'eau diminue.
- D. La distance entre les molécules d'eau augmente.

43. On boit la totalité du contenu d'une bouteille d'eau en plastique avant de la refermer hermétiquement à l'aide de son bouchon. On la met ensuite au réfrigérateur.

Une heure plus tard, la bouteille s'est comprimée. Pourquoi la bouteille s'est-elle comprimée après avoir été réfrigérée pendant une heure?

- A. Toutes les molécules d'air sont sorties de la bouteille.
- B. Les molécules de chaleur à l'intérieur de la bouteille ont été détruites.
- C. Les molécules d'air à l'intérieur de la bouteille ont été décomposées.
- D. Les molécules d'air à l'intérieur de la bouteille se sont rapprochées les unes des autres.



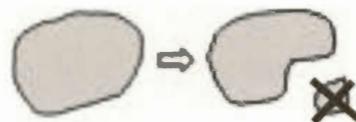
44. De l'eau est renversée sur un plancher de tuiles. Quelques heures plus tard, la majorité de l'eau a disparu sans que personne n'essuie le dégât. Que s'est-il produit?
- A. Les molécules d'eau ont été détruites.
 - B. Les molécules d'eau ont rétréci et prennent maintenant moins de place.
 - C. Les molécules d'eau sont devenues un gaz et font désormais partie de l'air.
 - D. Les molécules d'eau se sont décomposées en hydrogène et oxygène, qui sont maintenant dans l'air.
45. Lorsque l'eau bout, des bulles remontent à la surface de l'eau. De quoi sont composées les bulles?
- A. De molécules d'air.
 - B. De molécules de chaleur.
 - C. De molécules d'eau.
 - D. De molécules d'oxygène.
46. On lave une paire de jeans. On étend ensuite le jeans mouillé sur une corde à linge. Quelques heures plus tard, le jeans est sec. Qu'est-il arrivé aux molécules d'eau?
- A. Les molécules d'eau font maintenant partie du jeans.
 - B. Les molécules d'eau ont disparu et n'existent plus.
 - C. Les molécules d'eau ont accéléré leur mouvement et font maintenant partie de l'air.
 - D. Les molécules d'eau se sont décomposées en atomes d'hydrogène et d'oxygène.
47. On trouve un objet fait d'un métal pur. Comment peut-on identifier le métal dont l'objet est fait?
- A. Déterminer son point de fusion et le comparer au point de fusion d'autres métaux.
 - B. Mesurer sa longueur et la comparer à la longueur d'autres métaux.
 - C. Déterminer sa forme et la comparer à ceux d'autres métaux.
 - D. Mesurer sa masse et la comparer à la masse d'autres métaux.

48. Un élève détermine le volume, la masse, la densité et le point d'ébullition de trois liquides incolores et les répertorie dans le tableau ci-dessous.

	Volume (mL)	Densité (g/mL)	Point d'ébullition (°C)	Couleur
Liquide 1	10	0,79	56	Incolore
Liquide 2	50	0,79	78	Incolore
Liquide 3	10	1,0	100	Incolore

Quels liquides sont composés de la même substance?

- A. Les liquides 1 et 2 pourraient être la même substance, car ils ont la même densité.
B. Les liquides 1 et 3 pourraient être la même substance, car ils ont le même volume.
C. Les liquides 1,2 et 3 pourraient être la même substance, car ils sont tous incolores.
D. Aucun des liquides ne pourrait être la même substance, car ils possèdent tous des combinaisons différentes de densité, point d'ébullition et couleur.
49. Un élève possède une boule de cire. La cire est une substance pure.
L'élève enlève un petit morceau de cire de la boule. Lequel des énoncés suivants décrit correctement ce qui arrive à la masse et au point de fusion de la boule de cire après que le morceau ait été retiré?



- A. La masse et le point de fusion de la boule de cire changent.
B. La masse et le point de fusion de la boule de cire restent les mêmes.
C. La masse de la boule de cire change, mais son point de fusion reste le même.
D. Le point de fusion de la boule de cire change, mais sa masse reste la même.
50. Dans un mélange d'eau et de sel, pourrait-on séparer le sel de l'eau?
- A. Non, c'est impossible.
B. Oui, avec un papier filtre.
C. Oui, en faisant bouillir l'eau.
D. Oui, en tournant l'eau salée très vite, le sel se déposera au fond.

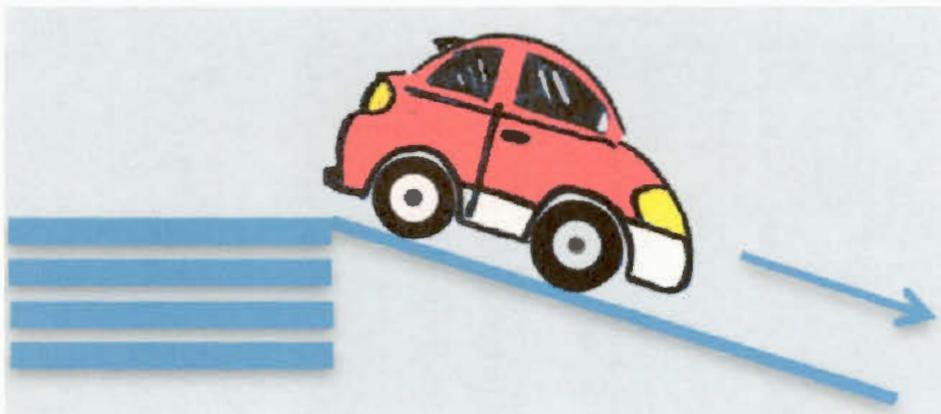
51. Il y a de l'eau salée dans une assiette. Si l'assiette est laissée quelques semaines à l'air libre sur un comptoir, que va-t-il rester dans l'assiette?

- A. Rien.
- B. Le sel.
- C. L'eau et le sel.
- D. L'eau.

52. L'eau et l'alcool se mélangent. Comment peut-on séparer ce mélange?

- A. C'est impossible.
- B. Attendre que l'alcool se dépose au fond.
- C. En faisant bouillir le tout, l'un des deux va s'évaporer plus rapidement.
- D. En passant le mélange dans un filtre.

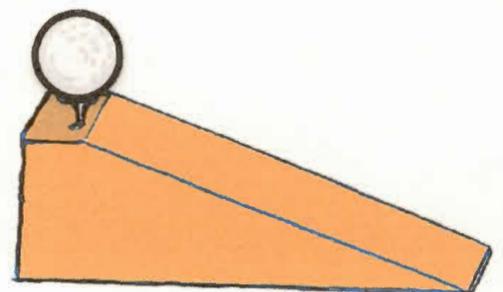
53. Sous l'effet de quelle force la voiture jouet se déplace-t-elle?



- A. La gravité
- B. La pression de l'air
- C. La rampe
- D. L'énergie

54. Une tige maintient une balle en place au sommet d'une rampe, comme on peut le voir dans l'image ci-dessous. Sous l'effet de quelle force la balle se déplacera-t-elle si l'on enlève la tige?

- A. La gravité
- B. La pression de l'air
- C. La rampe
- D. L'énergie



55. Quelle sera la trajectoire de la partie A lorsque l'on refermera les pinces ci-dessous?



- a.
- b.
- c.
- d.

56. Lequel, ou lesquels, de ces objets peuvent être considérés comme des objets techniques?

- I. Un crayon
- II. Un couteau
- III. Un téléphone intelligent

- A. Seulement I.
- B. Seulement II.
- C. Seulement III.
- D. I et II.
- E. I, II et III.

57. Pourquoi est-ce plus difficile de grimper une colline que de marcher sur une surface plane?

- A. Tu dois combattre l'effet de la gravité
- B. L'air applique sur toi une pression vers le bas.
- C. C'est plus difficile d'avoir une bonne traction.
- D. Ton poids augmente au fur et à mesure que tu grimpes la colline.

58. Un objet technique possède toujours les caractéristiques suivantes :

- I. Répond à un ou plusieurs besoins
- II. Conçu par des humains
- III. Utilises l'électricité
- IV. Fabriqué par des humains
- V. Possède deux ou plusieurs parties

- A. I et II
- B. III, IV et V
- C. I, II et IV
- D. III et V
- E. II et IV

59. Un vélo roule en ligne droite sur une rue. Quel type de mouvement décrit le mieux le mouvement du cadre du vélo.

- A. Rotation
- B. Translation
- C. Hélicoïdale

60. Quel type de mouvement est effectué par des ciseaux lorsque l'on coupe une feuille de papier?

- A. Rotation.
- B. Translation.
- C. Hélicoïdale.

Citation for the assessment items developed by the American Association for the Advancement of Science (AAAS):

Citation for the French translations of the original items:

American Association for the Advancement of Science (n.d.). AAAS Science Assessment. Washington DC: USA. Retrieved from <http://assessment.aaas.org/items>. The French translation of these items was provided by the Project Team, "Training cycle 1 Quebec science and technology teachers to diagnose and develop students' conceptual understanding, problem-solving and technology skills". The project team assumes all responsibility for any errors or omissions.

Citation for the adapted and translated items:

American Association for the Advancement of Science (n.d.). AAAS Science Assessment. Washington DC: USA. Retrieved from <http://assessment.aaas.org/items>. Adapted and translated into French by the Project Team, "Training cycle 1 Quebec science and technology teachers to diagnose and develop students' conceptual understanding, problem-solving and technology skills". The project team assumes all responsibility for any errors or omissions.

Citation for the assessment items developed by the Biological Concepts Instrument (BCI): A diagnostic tool for revealing student thinking

Klymkowsky, M. W.; Underwood, S. M.; Garvin-Doxas, R. K. (2010). Biological Concepts Instrument (BCI): A diagnostic tool for revealing student thinking. *arXiv preprint arXiv:1012.4501*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1012.4501>

Citation for the assessment items developed by the Banque d'instruments de mesure (BIM):

From the Banque d'instruments de mesure (BIM) which is the sole property of Sociétéde Gestion du Réseau Informatique des Commissions Scolaires.

Citation for the assessment items developed by the Misconceptions-Oriented Standards-Based Assessment Resources for Teachers (MOSART):

Citation for the English assessment items:

The original versions of these items were provided by Project MOSART with funding from the National Science Foundation, copyright The President and Fellows of Harvard College, used with permission.

Citation for the French assessment items:

La version originale (en anglais) de ces items a été fournie par Project MOSART et financée par le National Science Foundation, copyright The President and Fellows of Harvard College, utilisés avec permission.

Citation for the assessment items developed by the Chantier 7 Science Assessment Project Team:

These items were developed by the team involved in the Chantier 7 project, "Training Cycle 1 Quebec Science and Technology Teachers to Diagnose and Develop Students' Conceptual Understanding, Problem-Solving, and Technology Skills." The funding for this project was provided by Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et Technologie (MERST)/ Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES) – Chantier 7 Programme Grant.

Ces items ont été développés par l'équipe impliquée dans le projet Chantier 7 intitulé "Training Cycle 1 Quebec Science and Technology Teachers to Diagnose and Develop Students' Conceptual Understanding, Problem-Solving, and Technology Skills". Le projet fut financé par le Ministère de l'enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et Technologie (MERST) et par le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES).

ANNEXE B

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

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 LONGITUDINAL

2016

Abdelkrim Hasni et Patrice Potvin, titulaires de la CRIJEST¹

© CRIJEST 2016

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, votre enseignant 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.
- Notez que les questions ne sont pas nécessairement numérotées correctement. Prière de ne pas en tenir compte.

Nous sommes conscients que vous avez probablement déjà répondu à ce questionnaire par le passé (à une ou à plusieurs reprises). Ne vous inquiétez pas; ceci est parfaitement normal, puisque nous sommes intéressés à l'ÉVOLUTION de vos réponses dans le temps. Il est donc très important de remplir ce questionnaire avec le même sérieux que par le passé.

MOI ET MON ENTOURAGE

1. Indiquez lisiblement vos noms et prénoms :

NOM : _____ PRÉNOM : _____

2. Je suis...

...une fille ...un garçon

3. Ma date de naissance est...

Jour	Mois	Année

3a. La date d'aujourd'hui est...

Jour	Mois	Année

4. Le nom de mon école actuelle est : Ecole secondaire Daibé-Vian

4a. Le nom de mon enseignant en science et technologie actuel est : Eric Duracher

5. Mon niveau scolaire actuel est :

Secondaire	
1 ^e année	2 ^e année
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

→ RAPPEL ←

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

19. Comparé à tous les autres élèves, je considère que je suis...	Très faible en S&T <input type="checkbox"/>	Faible en S&T <input type="checkbox"/>	Plus ou moins faible en S&T <input type="checkbox"/>	Plus ou moins bon en S&T <input type="checkbox"/>	Bon en S&T <input type="checkbox"/>	Très bon en S&T <input type="checkbox"/>
19a. Je suis « nul » en science et technologie	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"/>
20. Pour les notes que j'obtiens en S&T, je suis...	Très insatisfait <input type="checkbox"/>	Moyennement insatisfait <input type="checkbox"/>	Un peu insatisfait <input type="checkbox"/>	Un peu satisfait <input type="checkbox"/>	Moyennement satisfait <input type="checkbox"/>	Fortement satisfait <input type="checkbox"/>
21. Comparé à mes amis, je comprends les S&T...	Très difficilement <input type="checkbox"/>	Difficilement <input type="checkbox"/>	Plus ou moins difficilement <input type="checkbox"/>	Plus ou moins facilement <input type="checkbox"/>	Facilement <input type="checkbox"/>	Très facilement <input type="checkbox"/>
22. Lorsque je ne comprends pas en S&T, je trouve toujours des moyens pour arriver à comprendre	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"/>

23. Lorsque je ne comprends pas en S&T, je me décourage facilement	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"/>
140. J'ai un esprit capable de faire des réflexions scientifiques	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"/>
141. Je n'ai pas du tout l'esprit scientifique	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"/>
142. J'aimerais un jour faire des découvertes scientifiques ou inventer des objets techniques	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"/>
143. En général, la science fait partie de l'image que j'ai de moi-même	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"/>
144. Je sens que j'appartiens à ceux qui croient en la science et la technologie	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"/>
145. Je suis un scientifique!	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"/>

LES SCIENCES ET LA TECHNOLOGIE (S&T) À L'ÉCOLE

52. Pour moi, les S&T que l'on fait à l'école sont...	Très difficiles <input type="checkbox"/>	Moyennement difficiles <input type="checkbox"/>	Un peu difficiles <input type="checkbox"/>	Un peu faciles <input type="checkbox"/>	Moyennement faciles <input type="checkbox"/>	Très faciles <input type="checkbox"/>
63. Pour moi, réussir à résoudre des problèmes scientifiques et technologiques est...	Très difficile <input type="checkbox"/>	Moyennement difficile <input type="checkbox"/>	Un peu difficile <input type="checkbox"/>	Un peu facile <input type="checkbox"/>	Moyennement facile <input type="checkbox"/>	Très facile <input type="checkbox"/>
64. Pour moi, utiliser mes connaissances apprises en S&T pour comprendre ce qui se passe dans le monde (économie, société, environnement, etc.) est...	Très difficile <input type="checkbox"/>	Moyennement difficile <input type="checkbox"/>	Un peu difficile <input type="checkbox"/>	Un peu facile <input type="checkbox"/>	Moyennement facile <input type="checkbox"/>	Très facile <input type="checkbox"/>
65. Pour moi, utiliser mes connaissances apprises en S&T pour comprendre les machines et objets techniques est...	Très difficile <input type="checkbox"/>	Moyennement difficile <input type="checkbox"/>	Un peu difficile <input type="checkbox"/>	Un peu facile <input type="checkbox"/>	Moyennement facile <input type="checkbox"/>	Très facile <input type="checkbox"/>

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 2015-16

66. Pour moi, utiliser mes connaissances apprises en S&T pour comprendre la nature est...

Très difficile	Moyennement difficile	Un peu difficile	Un peu facile	Moyennement facile	Très facile
<input type="checkbox"/>					

67. Pour moi, parler des S&T lors de discussions ou de présentations orales en classe est...

Très difficile	Moyennement difficile	Un peu difficile	Un peu facile	Moyennement facile	Très facile
<input type="checkbox"/>					

→ NOTEZ BIEN ←

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 récente (des derniers mois).

70. En S&T, nous apprenons des choses en écoutant l'enseignant qui explique en avant

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
<input type="checkbox"/>					

71. En S&T, nous faisons des observations, des manipulations et des expériences

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
<input type="checkbox"/>					

72. En S&T, nous faisons des présentations orales

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
<input type="checkbox"/>					

73. En S&T, nous apprenons des choses en discutant avec les autres élèves et l'enseignant

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
<input type="checkbox"/>					

74. En S&T, nous apprenons des choses en consultant les manuels ou des sites Internet

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
<input type="checkbox"/>					

75. En S&T, nous faisons des exercices sur des feuilles à remplir ou dans un cahier

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
<input type="checkbox"/>					

76. En S&T, nous faisons des projets

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

77. En S&T, nous apprenons des choses en faisant des sorties (musées, parcs, etc.)

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

78. En S&T, des personnes invitées viennent nous parler des S&T et des métiers

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

79. En S&T, nous visionnons des documentaires

Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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 2015-16

80. En S&T, nous participons à l'expo-sciences avec la supervision de l'enseignant	Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois		
	<input type="checkbox"/>					

81. En S&T, nous faisons des calculs mathématiques	Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
	<input type="checkbox"/>					

95. En S&T, lorsqu'on doit faire des expérimentations ou qu'on construit des objets, je participe au choix du problème à résoudre	Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
	<input type="checkbox"/>					

96. En S&T, lorsqu'on doit faire des expérimentations ou qu'on construit des objets, je participe au choix des étapes à suivre	Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
	<input type="checkbox"/>					

97. En S&T, lorsqu'on doit faire des expérimentations ou qu'on construit des objets, je participe au choix du matériel à utiliser	Jamais	Très rarement	Rarement	Parfois	Souvent	Très souvent
	<input type="checkbox"/>					

99. En S&T, lorsque nous faisons des expériences ou des manipulations...	C'est plutôt l'enseignant qui les fait			C'est plutôt moi qui les fais		
	Toujours	Souvent	Parfois	Parfois	Souvent	Énormément
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	← Rappel : ne cochez qu'une (1) seule case →					

100. En S&T, lorsque nous devons analyser les résultats des expériences (ou des observations)...	C'est plutôt l'enseignant qui le fait			C'est plutôt moi qui le fais		
	Toujours	Souvent	Parfois	Parfois	Souvent	Énormément
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	← Rappel : ne cochez qu'une (1) seule case →					

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"/>					

102. Les S&T à l'école, c'est l'« fun »	Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
	<input type="checkbox"/>					

103. Les S&T à l'école, c'est « plate »	Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
	<input type="checkbox"/>					

103a. Les S&T à l'école, c'est intéressant	Fortement en désaccord	Moyennement en désaccord	Un peu en désaccord	Un peu en accord	Moyennement en accord	Fortement en accord
	<input type="checkbox"/>					

103b.
Ce qu'on étudie dans les cours de S&T ne m'intéresse pas vraiment

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

104.
On devrait passer plus de temps à faire des S&T à l'école

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

105.
Si j'avais le choix, je n'irais plus aux cours 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"/>					

ATTRAIT POUR LES ÉTUDES ET LES MÉTIERS (S&T)

130.
J'ai l'intention d'en apprendre davantage sur les métiers en 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"/>					

131.
Je n'ai pas envie qu'on m'informe davantage sur les métiers en 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"/>					

134.
J'ai l'intention de faire des études en 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"/>					

135.
Il est hors de question que je poursuive des études en 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"/>					

136.
J'ai l'intention de pratiquer un métier en S&T plus tard

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

137.
Il est hors de question que je pratique un métier en S&T plus tard

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

BIBLIOGRAPHIE

- [OECD], O. f. E. C.-o. a. D. (2006). Evolution of student interest in science and technology studies: Policy report. Paris: OECD Global Science Forum :
- [OECD], O. f. E. C.-o. a. D. (2008). Encouraging student interest in science and technology studies. Paris: OECD :
- Ainley, M., Hidi, S. et Berndorff, D. (2002). Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of educational psychology*, 94(3), 545.
- Akinbobola, A. O. (2009). Enhancing Students' Attitude Towards Nigerian Senior Secondary School Physics Through the Use of Cooperative, Competitive and Individualistic Learning Strategies. *Australian Journal of Teacher Education*, 34(1), 1.
- Areepattamannil, S. (2012). Effects of inquiry-based science instruction on science achievement and interest in science: Evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research*, 105(2), 134-146.
- Asghar, A., Huang, Y.-S., Elliott, K., Novak, J. et Richie, P. (2016, June 2nd, 2016). Assessing Secondary Students' Conceptual Understanding of Technology. *Supporting Active Learning & Technological Innovation in Studies of Education (SALTISE) conference* (
- Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (2008a). Chapitre 2. Concept, conceptualisation. *Pratiques pédagogiques*, 23-33.
- Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (2008b). Chapitre 3. Conflit cognitif, conflit socio-cognitif. *Pratiques pédagogiques*, 35-48.

- 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.
- Baser, M. (2006). Fostering conceptual change by cognitive conflict based instruction on students' understanding of heat and temperature concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 96-114.
- Braund, M. et Driver, M. (2005). Pupils' attitudes to practical science around the KS2/3 transition. *Education 3-13*, 33(2), 20-26.
- Bryan, J. S., Jan K. (2000). Instructional strategies for promoting conceptual change: Supporting middle school students. *Reading & Writing Quarterly*, 16(2), 139-161.
- Çepni, S. et Şahin, Ç. (2012). Effect of different teaching methods and techniques embedded in the 5E instructional model on students' learning about buoyancy force. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 4(2).
- Changeiywo, J. M., Wambugu, P. W. et Wachanga, S. W. (2011). INVESTIGATIONS OF STUDENTS' MOTIVATION TOWARDS LEARNING SECONDARY SCHOOL PHYSICS THROUGH MASTERY LEARNING APPROACH. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1333-1350. doi: 10.1007/s10763-010-9262-z
- Chiu, M.-H., Lin, J.-W. et Chou, C.-C. (2016). Content analysis of conceptual change research and practice in science education: From localization to globalization. Dans *Science Education Research and Practices in Taiwan* (p. 89-131). Springer.
- Christian, M. et Pepple, T. (2012). Cooperative and individualized learning strategies as predictors of students' achievement in secondary school chemistry in Rivers State. *J. Vocational Education & Technology*, 9 No. 2, 109.
- 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.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale. NJ: Lawrence Earlbaum Associates, 2.

- Darren, G. et Mallery, P. (1999). *SPSS for Windows Step by Step: A simple guide and reference*. 'eds.): Book Spss for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning?
- Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL?*, 61-91.
- DiSessa, A. A. (2006). A History of Conceptual Change Research: Threads and Fault Lines. Dans *The Cambridge handbook of: The learning sciences* (p. 265-281). New York, NY, US : Cambridge University Press.
- Disessa, A. A. et Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- Duit, R. et Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688. doi: 10.1080/09500690305016
- Dunbar, K., Fugelsang, J. A. et Stein, C. (2007). Do naïve theories ever go away? Using brain and behavior to understand changes in concepts. *Thinking with data*, 193-206.
- Durocher, É. (2016). Learning Science in a Collaborative and Technological Environment. Dans *New Developments in Science and Technology Education* (p. 11-17). Springer.
- Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 1001-1015. doi: 10.1002/tea.10054
- Evans, E. M., Schweingruber, H. et Stevenson, H. W. (2002). Gender differences in interest and knowledge acquisition: The United States, Taiwan, and Japan. *Sex Roles*, 47(3), 153-167.

- Eymur, G. et Geban, Ö. (2016). The Collaboration of Cooperative Learning and Conceptual Change: Enhancing the Students' Understanding of Chemical Bonding Concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-19.
- Felton, M., Garcia-Mila, M., Villarroel, C. et Gilabert, S. (2015). Arguing collaboratively: Argumentative discourse types and their potential for knowledge building. *British Journal of Educational Psychology*, 85(3), 372-386. doi: 10.1111/bjep.12078
- Finson, K. D. (2002). Drawing a scientist: What we do and do not know after fifty years of drawings. *School science and mathematics*, 102(7), 335-345.
- Flicker, E. (2008). 11 Women Scientists in Mainstream film. *Science images and popular images of the sciences*, 8, 241.
- Fugelsang, J. A. et Dunbar, K. N. (2005). Brain-based mechanisms underlying complex causal thinking. *Neuropsychologia*, 43(8), 1204-1213.
- Furberg, A. et Arnseth, H. C. (2009). Reconsidering conceptual change from a socio-cultural perspective: analyzing students' meaning making in genetics in collaborative learning activities. *Cultural Studies of Science Education*, 4(1), 157-191. doi: 10.1007/s11422-008-9161-6
- George, R. (2006). A Cross-domain Analysis of Change in Students' Attitudes toward Science and Attitudes about the Utility of Science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571-589. doi: 10.1080/09500690500338755
- Gottfried, A. E., Marcoulides, G. A., Gottfried, A. W. et Oliver, P. H. (2009). A latent curve model of parental motivational practices and developmental decline in math and science academic intrinsic motivation. *Journal of educational psychology*, 101(3), 729.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J. et Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of research in Science Teaching*, 36(1), 55-87.
- 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.

- Henri, F. et Lundgren-Cayrol, K. (1998). Apprentissage collaboratif et nouvelles technologies. Centre de recherche LICEF.
- Hidi, S. et Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127. doi: 10.1207/s15326985ep4102_4
- Hynd, C. R., McWhorter, J. Y., Phares, V. L. et Suttles, C. W. (1994). The role of instructional variables in conceptual change in high school physics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 933-946.
- Kang, H., Scharmann, L. C., Kang, S. et Noh, T. (2010). Cognitive conflict and situational interest as factors influencing conceptual change. *International journal of environmental and science education*, 5(4), 383-405.
- Kingsbury, F. (2012). LE PROJET SCALE-UP UNE RÉVOLUTION PÉDAGOGIQUE QUI NOUS VIENT DU SUD. *PÉDAGOGIE COLLÉGIALE*, 25(3).
- Kirschner, F., Paas, F. et Kirschner, P. A. (2009). Individual and group-based learning from complex cognitive tasks: Effects on retention and transfer efficiency. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 306-314.
- Krapp, A. (2007). An educational–psychological conceptualisation of interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7(1), 5-21.
- Krapp, A. et Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International journal of science education*, 33(1), 27-50.
- Küçüközer, H. (2013). Designing a powerful learning environment to promote durable conceptual change. *Computers & Education*, 68(0), 482-494. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.012>
- Lee, G., Kwon, J., Park, S.-S., Kim, J.-W., Kwon, H.-G. et Park, H.-K. (2003). Development of an Instrument for Measuring Cognitive Conflict in Secondary-Level Science Classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 585-603.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation dir. de* (2e éd.. éd.). Montréal Paris : Montréal Guérin Eska Paris.

- Leman, P. J., Skipper, Y., Watling, D. et Rutland, A. (2016). Conceptual Change in Science Is Facilitated Through Peer Collaboration for Boys but Not for Girls. *Child Development, 87*(1), 176-183. doi: 10.1111/cdev.12481
- Masson, S. (2007a). 24. Enseigner les sciences en s' appuyant sur la neurodidactique des sciences. Dans P. Potvin, M. Riopel et S. Masson (dir.), *Regards multiples sur l'enseignement des sciences*. Québec : Éditions MultiMondes.
- Masson, S. (2007b). 24. Enseigner les sciences en s' appuyant sur la neurodidactique des sciences.
- Migne, J. (1969). Le concept de représentation et son rôle dans une pédagogie des connaissances scientifiques : Nancy, INFA, doc.
- Morgan, R. L., Whorton, J. E. et Gunsalus, C. (2000). A comparison of short term and long term retention: lecture combined with discussion versus cooperative learning. *Journal of instructional psychology, 27*(1), 53-53.
- Nolen, S. B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(4), 347-368.
- Oliveira, A. W. et Sadler, T. D. (2008). Interactive patterns and conceptual convergence during student collaborations in science. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(5), 634-658. doi: 10.1002/tea.20211
- 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.
- Palincsar, A. S. et Herrenkohl, L. R. (2002). Designing collaborative learning contexts. *Theory into practice, 41*(1), 26-32.
- Pan, Y. et Gauvain, M. (2012). The continuity of college students' autonomous learning motivation and its predictors: A three-year longitudinal study. *Learning and Individual Differences, 22*(1), 92-99.
- Perret-Clermont, A. N. (1979). La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale. P. Lang.

- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. et Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
- Potvin, P. (2011). Manuel d'enseignement des sciences et de la technologie: pour intéresser les élèves du secondaire. Éditions MultiMondes.
- Potvin, P. (2013). Proposition for improving the classical models of conceptual change based on neuroeducational evidence: conceptual prevalence. *Neuroeducation*, 1, 16-43.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2013). Quelques conclusions pratiques à tirer d'une méta-analyse des écrits portant sur l'intérêt des élèves pour les sciences et la technologie. *Spectre*, 43, 4.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014a). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 784-802. doi: 10.1007/s10956-014-9512-x
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014b). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129. doi: 10.1080/03057267.2014.881626
- Potvin, P., Hasni, A., Belletête, V. et Sy, O. (2017). The effects of a professional learning community of in-service secondary school teachers on the interest in science and technology of their students. *ESERA 2017* (
- Potvin, P., Masson, S., Lafortune, S. et Cyr, G. (2014). PERSISTENCE OF THE INTUITIVE CONCEPTION THAT HEAVIER OBJECTS SINK MORE: A REACTION TIME STUDY WITH DIFFERENT LEVELS OF INTERFERENCE. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-23.
- Potvin, P., Masson, S., Lafortune, S. et Cyr, G. (2015). PERSISTENCE OF THE INTUITIVE CONCEPTION THAT HEAVIER OBJECTS SINK MORE: A REACTION TIME STUDY WITH DIFFERENT LEVELS OF INTERFERENCE. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-23.

- Potvin, P., Mercier, J., Charland, P. et Riopel, M. (2012). Does Classroom Explicitation of Initial Conceptions Favour Conceptual Change or is it Counter-Productive? *Research in Science Education*, 42(3), 401-414. doi: 10.1007/s11165-010-9203-4
- Reid, N. et Skryabina, E. A. (2002). Attitudes towards physics. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 67-81.
- Reuter, Y., Cohen-Azria, C. et Cairn. (2013). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques* (3e éd. actualisée. éd.). Bruxelles : De Boeck, c2013.
- Rojas-Drummond, S. et Mercer, N. (2003). Scaffolding the development of effective collaboration and learning. *International journal of educational research*, 39(1), 99-111.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T. Y. et Lee, Y. H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460.
- Shachar, H. et Fischer, S. (2004). Cooperative learning and the achievement of motivation and perceptions of students in 11th grade chemistry classes. *Learning and Instruction*, 14(1), 69-87. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.003>
- Sorge, C. (2007). What Happens? Relationship of Age and Gender with Science Attitudes from Elementary to Middle School. *Science Educator*, 16(2), 33-37.
- Tao, P.-K. et Gunstone, R. F. (1999). Conceptual change in science through collaborative learning at the computer. *International Journal of Science Education*, 21(1), 39-57. doi: 10.1080/095006999290822
- Türkmen, H. (2008). Turkish Primary Students' Perceptions about Scientist and What Factors Affecting the Image of the Scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1).
- Van Boxtel, C. (2000). Collaborative concept learning. Unpublished PhD dissertation. University of Twente, Enschede.

- van Boxtel, C., van der Linden, J., Roelofs, E. et Erkens, G. (2002). Collaborative concept mapping: Provoking and supporting meaningful discourse. *Theory into practice*, 41(1), 40-46.
- Vázquez-Abad, J., Brousseau, N., Guillermina, W. C., Vézina, M., Martínez, A. D. et de Verjovsky, J. P. (2004). Fostering distributed science learning through collaborative technologies. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 227-232.
- Vedder-Weiss, D. et Fortus, D. (2011). Adolescents' Declining Motivation to Learn Science: Inevitable or Not? *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 199-216. doi: 10.1002/tea.20398
- Vosniadou, S. et Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. et Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 381-419. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00038-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00038-4)
- Welch, A. et Huffman, D. (2011). The effect of robotics competitions on high school students' attitudes toward science. *School Science and Mathematics*, 111(8), 416-424.
- Whitehouse, W. G., Orne, E. C. et Dinges, D. F. (2008). EYEWITNESS MEMORY: Can Suggestion be Minimized in the Investigative Interview? *Forensic Examiner*, 17(4).
- Winer, L. R., Chomienne, M. et Vázquez-Abad, J. (2000). A distributed collaborative science learning laboratory on the Internet. *American Journal of Distance Education*, 14(1), 47-62.