

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	iii
Table des matières.....	iv
Liste des figures	vii
Liste des tableaux.....	viii
Sommaire	ix
Introduction.....	1
Chapitre 1 – Problématique.....	4
1. Motivation scolaire : un réel défi	4
2. Intégration des TIC comme piste de solution	5
3. Importance de la recherche	8
3.1. Pertinence scientifique	8
3.2. Pertinence sociale.....	9
4. Question de recherche	10
Chapitre 2 – Cadre de référence.....	11
1. Motivation scolaire.....	11
1.1. Buts scolaires	13
1.2. Régulation des apprentissages	17
1.3. Attributions causales	20
2. Motivation pour l'apprentissage des mathématiques.....	21
3. Les TIC et la motivation scolaire	24
4. Apprentissage de la programmation informatique.....	28
5. Objectif de recherche	32
Chapitre 3 - Méthodologie	34
1. Stratégie de recherche	34

2. Démarche méthodologique	35
2.1. Recrutement des participants	35
2.2. Entrevues initiales	37
2.3. Activité de programmation informatique.....	38
2.4. Entrevues finales	42
3. Traitement des données.....	43
3.1. Transcription des entrevues	44
3.2. Arborescence de codage.....	44
Chapitre 4 – Présentation des résultats	47
1. Mode de présentation de l’analyse des résultats	47
2. Le cas de Pierre	48
2.1. Motivation initiale pour les mathématiques	48
2.2. Motivation finale pour les mathématiques	60
2.3. Évolution de la motivation de Pierre pour les mathématiques.....	76
2.4. Liens entre les mathématiques et la programmation selon Pierre.....	80
3. Le cas de Keven	82
3.1. Motivation initiale pour les mathématiques	82
3.2. Motivation finale pour les mathématiques.....	97
3.3. Évolution de la motivation de Keven pour les mathématiques.....	110
3.4. Liens entre les mathématiques et la programmation selon Keven.....	115
4. Le cas de Julie	118
4.1. Motivation initiale pour les mathématiques.....	118
4.2. Motivation finale pour les mathématiques.....	130
4.3. Évolution de la motivation de Julie pour les mathématiques.....	144
4.4. Liens entre les mathématiques et la programmation selon Julie.....	148
5. Présentation sommaire des résultats.....	150
Chapitre 5 – Interprétation des résultats	152
1. Synthèse des trois cas étudiés	153
1.1. Particularités des élèves participants.....	153
1.2. Comparaison de la motivation finale des élèves	154
1.3. Comparaison de l’évolution de la motivation des trois élèves.....	155
2. L’apprentissage de la programmation informatique comme déclencheur potentiel de changements dans la dynamique motivationnelle.....	156
3. Motivation soutenue par l’émergence d’un projet d’avenir	157

4. Amélioration de la motivation pour les mathématiques	159
5. Perception des liens entre mathématiques et programmation informatique	160
6. L'apprentissage de la programmation informatique comme moteur de la motivation pour l'apprentissage des mathématiques.....	161
Conclusion	165
1. Synthèse des principaux résultats.....	165
2. Apport scientifique.....	166
3. Apport social	167
4. Limites de la recherche	168
5. Pistes de recherche	169
Références.....	171
Appendice 1 – Certificat éthique.....	179
Appendice 2 – Consentement du parent.....	180
Appendice 3 – Consentement de l'élève	181
Appendice 4 – Consentement de l'enseignant	182
Appendice 5 – Canevas d'entrevue initiale (élève).....	183
Appendice 6 – Canevas d'entrevue finale (élève).....	187
Appendice 7 – Canevas d'entrevue (enseignant).....	191
Appendice 8 – Arborescence de codage	194
Appendice 9 – Exemple de leçon de programmation informatique.....	196

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1.</i> Nomenclature des buts scolaires	13
<i>Figure 2.</i> Les types de régulation selon Deci et Ryan (2004).....	18
<i>Figure 3.</i> Adaptation du continuum de régulation de Deci et Ryan (2004).....	19
<i>Figure 4.</i> Le processus de la programmation informatique (Duchateau, 1989)	29
<i>Figure 5.</i> Évolution de la motivation de Pierre pour l'apprentissage des mathématiques.....	80
<i>Figure 6.</i> Évolution de la motivation de Keven pour l'apprentissage des mathématiques.....	115
<i>Figure 7.</i> Évolution de la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques.....	148
<i>Figure 8.</i> La dynamique motivationnelle finale chez les trois participants	154
<i>Figure 9.</i> Comparaison de l'évolution de la motivation pour l'apprentissage des mathématiques chez les trois participants.....	155
<i>Figure 10.</i> Influence de l'apprentissage de la programmation informatique sur la motivation pour l'apprentissage des mathématiques.....	162

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Exemple de programme écrit en Visual Basic.NET et son équivalent en français	40
Tableau 2	Synthèse des résultats pour Pierre	78
Tableau 3	Synthèse des résultats pour Keven	114
Tableau 4	Synthèse des résultats pour Julie	147
Tableau 5	Sommaire des résultats	151

SOMMAIRE

Mots-clés : mathématiques, motivation, informatique, programmation

Au Québec, le décrochage scolaire causé par un manque de motivation de la part des élèves est une préoccupation actuelle. Dans une société de savoirs où les technologies prennent une place de plus en plus grande, il apparaît important d'explorer toutes les pistes de travail quant à l'amélioration de la motivation scolaire des jeunes. Plus précisément, sachant qu'il existe des liens concrets entre la programmation informatique et les mathématiques, nous avons analysé l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour l'apprentissage des mathématiques. Trois élèves de troisième secondaire ont participé à cette étude multicas. Selon les résultats d'analyse, tous les élèves ont vécu une amélioration de leur motivation à apprendre les mathématiques. À la lumière de l'analyse de ces résultats, nous proposons une explication relativement aux liens possibles entre la participation des élèves à une activité parascolaire de programmation informatique et l'amélioration de leur motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

INTRODUCTION

Ce mémoire de maîtrise en éducation propose d'analyser les liens entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation des élèves du secondaire pour l'apprentissage des mathématiques. Plus précisément, nous analyserons l'apport possible de la participation à une activité parascolaire de programmation informatique à la motivation pour les mathématiques.

La question de la motivation scolaire est d'actualité dans le réseau scolaire québécois et représente l'un des nombreux facteurs de décrochage des jeunes au Québec. Le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS), dans son rapport sur les indicateurs de l'éducation rapporte que le taux de décrochage était de 20,5 % à 20 ans en 2006 alors qu'il était de 40,5 % à 19 ans en 1979 (MELS, 2008b). Bien que le taux de décrochage scolaire ait diminué depuis 1979, la situation n'en est pas moins préoccupante. Le MELS a publié en 2009 un plan d'action pour améliorer la persévérance scolaire. On propose aux acteurs de l'éducation de centrer leurs efforts « sur les apprentissages en lecture et en mathématique, et sur ceux liés au comportement, aux relations interpersonnelles et aux habitudes de vie et, enfin, sur le niveau d'engagement scolaire et parascolaire de l'élève » (MELS, 2009, p. 9).

Plusieurs écoles du Québec offrent à leurs élèves du secondaire des cours optionnels ou encore des activités parascolaires de programmation informatique. Nous savons déjà que les activités utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) comme support principal ont l'avantage d'attiser l'intérêt des élèves, même si ces activités ont un but scolaire (Karsenti, 2003). Il est donc possible, selon l'auteur, que les

TIC représentent une piste de solution à la démotivation scolaire des élèves et, par le fait même, au décrochage scolaire.

La motivation scolaire se présente comme une avenue de travail importante en ce qui concerne le décrochage scolaire. En continuité avec le plan d'action du MELS (2009), nous proposons d'étudier l'apport de l'apprentissage de la programmation informatique à l'école secondaire comme activité parascolaire à la motivation des élèves pour l'apprentissage des mathématiques.

Le premier chapitre de ce document présentera la problématique de la recherche. Il sera question du défi que représente la question de la motivation scolaire des jeunes au Québec. L'intégration des TIC à l'école sera ensuite explorée comme piste de solution potentielle au problème. Nous établirons ensuite la pertinence de la recherche tant scientifique que sociale, ce qui nous mènera à présenter la question de recherche.

Au deuxième chapitre, il sera question des concepts clés permettant de cibler les données à collecter et de les analyser. Nous présenterons le concept de motivation scolaire en prenant en compte différentes théories de la motivation. Il sera question des buts scolaires, des attributions causales et de régulation des apprentissages. Nous poursuivrons avec des éléments théoriques plus précis sur la motivation pour la discipline des mathématiques. Toutes ces composantes de la dynamique motivationnelle précèdent l'introduction des éléments théoriques concernant l'apport des TIC à la motivation scolaire qui seront présentés. Suivront des explications sur le concept de programmation informatique et sur les processus cognitifs qui y sont associés dans l'apprentissage des mathématiques. Pour conclure ce chapitre, nous énoncerons les objectifs spécifiques de l'étude.

Le troisième chapitre sera consacré à la présentation de la méthode employée pour atteindre les objectifs et répondre à la question de recherche. Nous y détaillerons la stratégie de recherche, le mode de recrutement des participants, les outils de collecte de

données, le déroulement chronologique de la démarche de recherche ainsi que le mode de traitement des données. Nous présenterons de plus le langage de programmation informatique retenu pour l'activité parascolaire à laquelle les élèves ont participé.

Dans le quatrième chapitre, nous présenterons l'analyse des résultats. Pour chaque cas, nous présenterons le portrait de la dynamique motivationnelle chez l'élève avant et après sa participation à l'activité de programmation informatique, ainsi que les liens qu'il perçoit entre la programmation informatique et les mathématiques. Au cinquième chapitre, portant sur l'interprétation des résultats, nous insisterons d'abord sur l'apport de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation des élèves pour l'apprentissage des mathématiques. Nous proposerons ensuite un modèle permettant d'expliquer les liens entre les composantes de la dynamique motivationnelle selon l'analyse des résultats présentée au quatrième chapitre.

Nous concluons par une synthèse des principaux résultats. Nous décrirons ensuite l'apport scientifique et social de la recherche pour terminer avec ses limites et des propositions de pistes de recherche.

CHAPITRE 1 – PROBLÉMATIQUE

1. Motivation scolaire : un réel défi

La question de la motivation scolaire est très importante au Québec. En effet, le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec (MELS) souligne le manque de motivation scolaire des jeunes du secondaire. Depuis de nombreuses années, des actions ont été entreprises dans le but de motiver les élèves à fréquenter l'école jusqu'à l'obtention du diplôme d'études secondaires. Le problème du décrochage demeure persistant.

Le MELS (2008a) a, entre autres, mis en place un programme d'intervention visant à corriger la situation : la stratégie d'intervention « Agir Autrement » (SIAA). Ce programme cible des écoles de milieux défavorisés, identifiées comme telles selon le revenu familial et le niveau de scolarité de la mère. Il vise à favoriser la persévérance scolaire des jeunes en ciblant notamment la motivation scolaire. En 2009, le MELS a mis sur pied un plan d'action comportant treize voies visant la réussite éducative des jeunes, dont l'une à propos du décrochage scolaire, répandu dans un grand nombre d'écoles (MELS, 2009).

Une solution est proposée par le comité national des jeunes du Parti Québécois en 2010 : l'école pourrait rester obligatoire jusqu'à l'obtention d'un diplôme d'études secondaires ou professionnelles avant l'âge de dix-huit ans (Ladouceur, 2010). On peut questionner cette proposition du fait qu'une obligation de fréquentation scolaire plus longue ne favorise pas à elle seule la motivation scolaire.

De nombreuses autres stratégies sont aussi mises en place pour favoriser la motivation scolaire des élèves du secondaire, telles la diversification des programmes d'études axés

sur différentes thématiques selon les intérêts des élèves (musique, arts, sport, langues, ouverture sur le monde, etc.), l'organisation du sport scolaire, les activités culturelles parascolaires, entre autres. Ces stratégies s'adressant à tous visent surtout à développer chez l'élève un sentiment d'appartenance à son école, ce qui peut avoir des incidences sur la motivation scolaire. On note effectivement chez les élèves qui participent aux programmes à vocation particulière une baisse du décrochage scolaire et un meilleur taux de diplomation (Portelance, Lepage, Lessard, Gervais et Karsenti, 2006). Toutefois, les auteurs suggèrent fortement que ces programmes ne soient pas réservés à une élite.

Au moment où tous ces efforts sont déployés pour contrer le décrochage scolaire, l'école québécoise s'engage dans l'incontournable virage numérique.

2. Intégration des TIC comme piste de solution

Avec les années, l'informatisation de l'ensemble de la société s'est réalisée très rapidement. L'informatique est de plus en plus présente dans la vie des élèves. Il est donc très important pour l'école de suivre cette tendance de numérisation dans un but à la fois pédagogique et motivationnel (Long, 2005; Viau, 2009). Une école plus ouverte sur l'ère numérique offre, aux yeux des élèves, plus d'occasions de réaliser des apprentissages utiles dans la « vraie » vie (Tardif, 1992; Viau, 2009). Selon ces auteurs, cela a pour effet d'améliorer la motivation scolaire des jeunes. Karsenti (2003) abonde dans ce sens en évoquant le fait que la simple présence de l'informatique à l'école peut être suffisante pour augmenter la motivation des élèves. Cependant, l'auteur met en garde la communauté scientifique que différentes utilisations des TIC peuvent avoir des avantages variables. Par exemple, l'enseignement à l'aide d'un tableau blanc interactif (TBI) en classe semble favoriser la motivation des élèves à apprendre, mais que ce regain de motivation décroît rapidement en considérant l'investissement monétaire (Karsenti, Collin et Dumouchel, 2012a). Nous y reviendrons plus loin.

De nombreux résultats de recherche permettent de croire que l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'école offre des avantages notables. Comme le souligne Boucher (2006), l'utilisation adéquate des TIC provoque une hausse de la réussite scolaire et des apprentissages. Cela pourrait être dû au fait que les TIC « sont flexibles et accessibles, qu'elles offrent des possibilités de communication et d'interactions accrues et qu'elles permettent de varier les modes d'enseignement et d'apprentissage » (Karsenti, 2003, p. 27). En permettant un enseignement plus personnalisé et flexible, elle mènerait à de meilleurs apprentissages et une meilleure motivation scolaire (Karsenti et Collin, 2012). Notons au passage que les auteurs ne sont pas unanimes quant au gain lié à l'intégration des TIC. De plus, il apparaît qu'en l'absence d'effets positifs, les auteurs ne trouvent pas d'effets négatifs (Barrette, 2004; Gardner, Morrison et Jarman, 1993; McLaren, 2004; Russell, 1999).

Les problèmes liés à la motivation scolaire sont constatés par des enseignants de toutes les disciplines. Entre autres, le manque de motivation pour les mathématiques est fréquent. En effet, pour plusieurs élèves peu ou pas motivés par l'apprentissage des mathématiques, le temps passé à apprendre cette discipline est du temps perdu. Ces élèves croient que les notions mathématiques sont inutiles et qu'elles ont peu d'applications concrètes (Velasquez, 2007). Une stratégie qui pourrait avoir un effet positif sur la motivation des élèves pour les mathématiques et qui a été très peu étudiée est l'apprentissage de la programmation informatique. En effet, nous avons recensé une seule étude à ce sujet (Gagné, 1988), malgré que plusieurs écoles secondaires offrent un cours de programmation informatique sous forme de cours optionnel ou d'activité parascolaire. Cette étude portait sur les liens entre l'apprentissage de la programmation LOGO et le développement des compétences de prise en charge par l'élève de ses apprentissages, influencé par la motivation scolaire, chez l'enfant d'âge primaire en difficulté d'apprentissage. Selon Gagné (1988), les participants à « une activité aussi stimulante et valorisante que la programmation LOGO en plus de la rééducation habituelle ont augmenté leur degré d'aspiration ou d'accomplissement personnel »

(p. 104). Il est à noter que la programmation LOGO utilise une liste de mots-clés et une syntaxe très intuitive qui permet à un élève de dessiner facilement des formes géométriques. Ce type de programmation tisse des liens avec l'apprentissage du français, par le biais des règles de syntaxe, et de la géométrie. Par exemple, l'élève peut donner une série d'instructions codées à l'ordinateur afin de dessiner une forme géométrique précise à l'écran.

Comme le langage LOGO est un langage qui offre des possibilités très limitées du fait qu'il ne permet pas de créer des applications autonomes, nous nous tournons vers un langage de programmation informatique récent et polyvalent comme l'est le Visual Basic.NET (VB). Ce langage est déjà enseigné dans plusieurs écoles secondaires en raison de la simplicité des mots-clés, de la syntaxe et de la convivialité de l'interface. Le langage VB permet de créer facilement des logiciels fonctionnant sous Microsoft Windows. Toutefois, il nécessite une bonne compréhension des notions mathématiques nécessaires à la conception du logiciel. Plus ce dernier est programmé pour accomplir des tâches complexes, plus les notions mathématiques avancées sont nécessaires.

La programmation informatique est en étroite relation avec l'apprentissage des mathématiques (Birebent, Nguyen et Equipe DDM, 2005). En effet, selon les fonctionnalités que l'élève programmeur désire inclure dans le logiciel qu'il crée, une large gamme de notions mathématiques peut être mise à profit pour la réalisation du projet, dont plusieurs notions algébriques. Des élèves de troisième secondaire sont en mesure d'apprendre de la programmation informatique grâce à leur niveau de connaissances en algèbre.

Un élève qui éprouve le désir d'apprendre la programmation informatique pourrait-il prendre conscience de la nécessité de connaître les mathématiques? L'apprentissage de la programmation informatique pourrait-il avoir un effet sur la motivation pour l'apprentissage des mathématiques? On sait que la perception de l'importance d'une

discipline par l'élève est un facteur déterminant de sa motivation pour apprendre cette discipline (Viau, 2009). Nous croyons important d'élucider ces questions.

3. Importance de la recherche

Il n'y a, à notre connaissance, aucune recherche publiée en français ou en anglais qui traite des liens possibles entre l'apprentissage de la programmation informatique par le biais du langage Microsoft Visual Basic.NET (VB) ou d'un autre langage semblable et la motivation scolaire pour l'apprentissage des mathématiques au secondaire.

Vu la nécessité de soutenir la persévérance scolaire des jeunes, il est pertinent de se demander s'il existe des liens entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation des élèves pour les mathématiques. La recherche que nous présentons dans ces pages est importante tant au plan scientifique que social.

3.1. Pertinence scientifique

La thématique de la motivation scolaire intéresse plusieurs chercheurs en sciences de l'éducation et une grande quantité de publications existe. Par exemple, on peut trouver de nombreux écrits sur le concept de motivation (Bandura, 2003; Deci, Vallerand, Pelletier et Ryan, 1991; Eccles, 2005; Viau, 2009). D'autres publications traitent des facteurs influençant la motivation des élèves (Barbeau, Montini et Roy, 1997; Venturini, 2005; Viau, 2009). Certains ouvrages présentent les manifestations de la motivation scolaire (Ntamakiliro, Monnard et Gurtner, 2000; Viau, 2009).

Plusieurs auteurs ont aussi fait état des liens qui se tissent entre l'utilisation des TIC à l'école et la motivation scolaire (Karsenti, Collin et Dumouchel, 2012b; Karsenti, Larose, Savoie-Zajc et Thibert, 2001; Karsenti et Tchameni Ngamo, 2009; Viau, 2009).

Plus précisément, d'autres documents décrivent les liens entre la présence des TIC à l'école et la motivation de l'élève pour les mathématiques (Scanlon, Buckingham et Burn, 2005).

À notre connaissance, il n'existe aucun écrit scientifique, du moins en français et en anglais quant aux liens entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation de l'élève pour les mathématiques. C'est dans l'optique de combler ce vide scientifique que se positionne cette étude.

3.2. Pertinence sociale

Le manque de motivation des élèves pour l'école et le décrochage scolaire sont des sujets qui font couler beaucoup d'encre dans les médias d'actualité. Le *Journal de Montréal* a publié les statistiques de décrochage dévoilées par Michelle Courchesne, ministre de l'Éducation du Québec de l'époque pour l'année scolaire 2007-2008 (Ménard, 2010, 19 avril). On y apprend que 35 % des garçons et 23 % des filles fréquentant le réseau scolaire public ont décroché pendant cette année scolaire. Pierre Potvin, professeur en psychoéducation à l'Université du Québec à Trois-Rivières, a commenté ces données en indiquant que la situation n'a pas réellement changé depuis dix ans. Du côté du MELS (2011), on affirme que le taux de diplomation sur cinq ans pour la cohorte d'élèves de 2005 était de 56,5 % chez les garçons et de 69,5 % chez les filles (62,9 % au total) pour l'ensemble des établissements d'enseignement secondaire québécois.

La présente étude pourrait fournir des retombées sociales en contribuant à diminuer le problème de démotivation des élèves pour les mathématiques. En effet, en décrivant les liens qui existent entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation pour les mathématiques, les enseignants pourraient développer l'utilisation des TIC en classe de mathématiques de manière plus efficace. Aussi, les directions

d'établissements scolaires pourraient encourager par ce moyen la lutte contre la démotivation pour les mathématiques.

4. Question de recherche

Le décrochage scolaire étant une problématique importante au Québec et que plusieurs actions sont entreprises afin d'améliorer la situation, nous croyons important d'en connaître davantage au sujet de l'une de ces actions en lien avec la motivation des élèves pour les mathématiques : l'enseignement optionnel de la programmation informatique à l'école secondaire. Notre étude vise ainsi à répondre à la question suivante.

Quels liens existent entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation pour les mathématiques?

CHAPITRE 2 – CADRE DE RÉFÉRENCE

Comme présenté dans les pages précédentes, le thème général de cette recherche est la motivation scolaire pour les mathématiques en contexte d'apprentissage de la programmation informatique. Ce chapitre est consacré à la présentation de ce qu'est la motivation scolaire d'un point de vue scientifique et de différentes composantes de la dynamique motivationnelle. Nous verrons d'abord les liens qui unissent les buts d'apprentissage à la motivation scolaire. Nous définirons ensuite les concepts de motivation intrinsèque et de motivation extrinsèque. Nous poursuivrons en explorant l'influence de la perception des causes menant au succès ou à l'échec d'une tâche scolaire sur la motivation scolaire. Nous préciserons les théories de la motivation scolaire en lien avec l'apprentissage des mathématiques. Nous présenterons quelques éléments théoriques quant à l'influence de la présence de l'informatique à l'école sur la motivation scolaire pour terminer avec la notion d'apprentissage de la programmation informatique en lien avec l'apprentissage des mathématiques.

1. Motivation scolaire

La motivation scolaire est un phénomène complexe qui a été abondamment étudié. Une multitude de définitions ont été présentées. Vianin (2007) a recensé plusieurs de ces définitions. Nous exposons ici les principales définitions de la motivation selon certains paradigmes de recherche. Selon Decker (1988, p.15, dans Vianin, 2007), la motivation correspond à une « source d'énergie psychique nécessaire à l'action ». D'un point de vue behavioriste, la motivation est définie comme « l'action des forces, conscientes et inconscientes, qui déterminent le comportement » (Houssaye, 1993, p. 223, dans Vianin,

2007). Selon les béhavioristes, ces forces sont surtout externes à la personne et s'appuient sur la recherche de satisfaction. À l'opposé, du point de vue de la psychologie cognitive, l'individu joue un rôle important dans sa dynamique motivationnelle, c'est-à-dire dans les changements qui affectent sa motivation puisque celle-ci n'est pas stable. En effet, selon Tardif (1992), « la motivation scolaire est [...] définie comme l'engagement, la participation et la persistance de l'élève dans une tâche ».

Toujours selon Tardif (1992), la motivation scolaire peut être située dans un système large puisqu'elle tire ses sources dans diverses sphères de la vie d'un élève. À ce sujet, l'auteur indique que « selon l'optique systémique, les interventions de l'enseignant dans la motivation scolaire de l'élève doivent se préoccuper de la conception qu'il a des buts poursuivis par l'école et de l'intelligence, ainsi que de la perception qu'il a de la valeur, des exigences, et de la contrôlabilité de la tâche ».

La définition Viau (2009) quant à la motivation scolaire ajoute à celle de Tardif (1992) en prenant en compte la source de la motivation en plus de son caractère systémique. C'est pourquoi nous choisissons de retenir la définition qu'en donne Viau (2009) : La motivation scolaire est « un phénomène qui tire sa source dans des perceptions que l'élève a de lui-même et de son environnement, et qui a pour conséquence qu'il choisit de s'engager à accomplir l'activité pédagogique qu'on lui propose et de persévérer dans son accomplissement, et ce, dans le but d'apprendre » (p. 12). L'auteur propose d'utiliser l'expression *dynamique motivationnelle* « pour mieux souligner, d'une part, que la motivation est intrinsèque à l'élève et varie constamment en fonction de plusieurs facteurs externes et, d'autre part, que cette motivation est un phénomène complexe qui met en interaction des sources et des manifestations. » Plusieurs chercheurs se sont penchés au fil du temps sur la dynamique motivationnelle. Par exemple, on doit à Weiner (1985, 1992, 2005, 2010) la théorie des attributions causales qui influencent la perception de soi. Deci et Ryan (1985), quant à eux, sont à l'origine de la théorie de la motivation autodéterminée (intrinsèque et extrinsèque) qui découle elle-même de la

compréhension des buts scolaires poursuivis par l'élève (Nicholls, 1984; Dweck, 1986; Midgley, Kaplan et Middleton, 2001; Harackiewicz, Barron, Tauer, Carter et Elliot, 2000).

Dans les paragraphes qui suivent, il sera question de la motivation scolaire abordée sous l'angle des buts scolaires, de la régulation et des attributions causales.

1.1. Buts scolaires

Les buts scolaires correspondent à l'ensemble des objectifs qui peuvent être poursuivis par les élèves au moment d'accomplir une tâche scolaire ou un apprentissage dans une discipline donnée (Cosnefroy, 2004). Nicholls (1984) et Dweck (1986), ont différencié deux types de buts scolaires : le but de maîtrise et le but de performance. À son tour, le but de performance se scinde en deux types distincts. Il s'agit du but de performance-évitement et le but de performance-approche (Elliot et Harackiewicz, 1996). La figure 1 illustre la hiérarchie ces concepts liés aux buts scolaires qui seront détaillés ensuite.

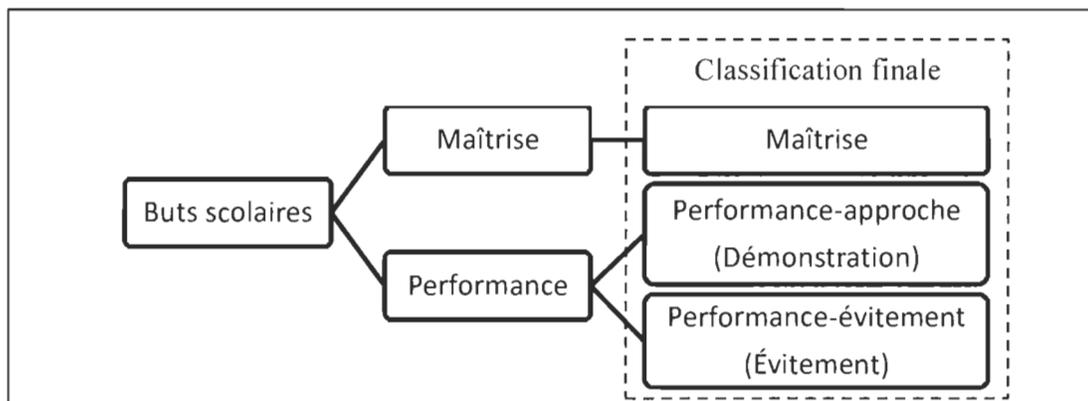


Figure 1. Nomenclature des buts scolaires.

1.1.1. But de maîtrise et but de performance

Lorsqu'il accomplit une tâche scolaire, l'élève poursuivant un but de maîtrise (ou but d'apprentissage) est centré sur la tâche elle-même, c'est-à-dire qu'il travaille dans le but d'améliorer ses connaissances (Viau, 2009). L'élève a le sentiment d'être plus compétent lorsqu'il apprend quelque chose de nouveau (Nicholls, 1984; Dweck, 1986). L'élève ayant un but de maîtrise perçoit l'erreur comme une source nouvelle d'apprentissage, puisqu'une erreur l'incitera à redoubler d'effort ou à changer de stratégie sans toutefois diminuer son sentiment de compétence (Cosnefroy, 2004). Lorsque l'élève poursuit un but de maîtrise de l'apprentissage, l'effort déployé pour accomplir une tâche scolaire avec succès est une source de satisfaction (Cosnefroy, 2004). Le but de maîtrise décrit par Nicholls (1984) et Dweck (1986) est lié aux concepts d'intérêt (Deci et Ryan, 1985) et de valeur de l'activité (Viau, 2009). En effet, Cosnefroy (2004) indique qu'on « peut devenir compétent dans un domaine sans s'y intéresser *a priori*, simplement parce que celui-ci est associé à un but à long terme important sur le plan personnel. C'est ainsi que des activités peu intéressantes peuvent devenir plus intéressantes. L'intérêt est second, il résulte de la valeur instrumentale de l'activité » (p. 124).

Par ailleurs, selon Nicholls (1984) et Dweck (1986), l'élève poursuivant un but de performance est centré sur le résultat de la tâche : le succès ou l'échec. Lorsqu'il n'a pas confiance en sa compétence, cet élève perçoit l'erreur comme un manque de compétence. Il pourrait donc se démotiver et adopter une stratégie de fuite devant une tâche qui lui semble difficile. Par ailleurs, « puisqu'il s'agit de faire la preuve de ses compétences, plus le résultat sera obtenu sans effort, plus la démonstration sera convaincante. La satisfaction que le résultat procure est inversement proportionnelle à la quantité d'effort déployé » (Cosnefroy, 2004, p. 109).

Pour Midgley, Kaplan et Middleton (2001) et Harackiewicz, Barron, Tauer, Carter et Elliot (2000), les élèves adoptant un but de maîtrise perçoivent l'effort de manière positive, ils font des apprentissages en profondeur, ils prennent plus de risques et ils

persévèrent plus longtemps à la tâche. Ces caractéristiques indiquent la motivation accrue de ces élèves (Viau, 2009). De plus, les élèves adoptant un but de maîtrise maintiennent davantage cette motivation que ceux adoptant d'autres buts scolaires (Wentzel et Wigfield, 1998). En ce qui concerne les élèves adoptant des buts de performance, ce sont les résultats découlant de la tâche scolaire qui importent le plus. Les élèves traitent les informations de manière plus superficielle, c'est-à-dire qu'ils ont plus tendance à apprendre par cœur.

En somme, selon Cosnefroy (2004), le type de but scolaire adopté par l'élève lors d'une tâche d'apprentissage peut en faire une occasion d'apprendre, s'il s'agit du but de maîtrise ou une menace pour l'estime de soi dans le cas du but de performance.

Cependant, les études traitant de l'effet des buts de performance sur les résultats scolaires et les stratégies d'autorégulation (Wolters, Yu et Pintrich, 1996) et sur la motivation intrinsèque (Elliot et Church, 1997) ne présentent pas de constats entièrement cohérents. En effet, ces auteurs ont trouvé que la présence de buts de performance n'était pas toujours corrélée avec une motivation et des résultats scolaires plus faibles. Il était donc nécessaire de raffiner le concept de but de performance et introduisant le but de démonstration et le but d'évitement.

1.1.2. But de démonstration et but d'évitement.

Afin de rendre plus cohérente l'étude des buts de performance, Elliot et Harackiewicz (1996) ont proposé de scinder les buts de performance en deux types distincts : le but de performance-approche (but de démonstration) et le but de performance-évitement (but d'évitement).

Le but de performance-approche est caractérisé par le désir d'un élève de démontrer son habileté à réussir une tâche, ainsi que sa supériorité par rapport aux autres (Elliot et

Harackiewicz, 1996). Ce but est compatible avec le but de maîtrise selon lequel les apprentissages sont réalisés en profondeur (Harackiewicz, Barron, Carter, Lehto et Elliot, 1997). Le but de démonstration seul offre à la fois des effets positifs et négatifs (Midgley *et al.*, 2001). Il améliore l'estime de soi, l'effort fourni, le sentiment de compétence et, de façon moindre, les résultats scolaires, mais il ne favorise pas l'apprentissage en profondeur.

Le but de performance-évitement, quant à lui, est présent chez un élève qui évite de déployer les efforts nécessaires à la réussite d'un apprentissage afin d'éviter l'échec (Elliot et Harackiewicz, 1996). Elliot (2005) indique que cet élève emploie cette stratégie afin de camoufler son incompetence face à ses camarades et ses enseignants. Ce type de but est associé à des effets négatifs : apprentissages superficiels, résultats scolaires plus faibles et absence de demande d'aide (Cosnefroy, 2004). Le but d'évitement incite l'élève à travailler seul et ce dernier éprouve une plus grande vulnérabilité face à l'échec, toute rétroaction négative risquant de développer par la suite une motivation à éviter l'échec (Midgley *et al.*, 2001).

Les buts scolaires poursuivis par l'élève influencent la valeur qu'il accorde aux activités d'apprentissage (Viau, 2009). L'auteur définit la perception de la valeur de l'activité comme « le jugement qu'un élève porte sur l'intérêt et l'utilité de [l'activité], et ce, en fonction des buts qu'il poursuit » (Viau, 2009, p. 24). Deux dimensions de la perception de la valeur de l'activité sont mentionnées par Eccles (2005) : la perception de l'importance de l'activité, c'est-à-dire les liens avec les centres d'intérêt de l'élève, et la quantité d'effort à déployer à laquelle l'élève consent pour mener à terme l'activité.

De plus, selon Lens (2006), les effets des buts de l'élève sur sa motivation scolaire peuvent varier selon les trois caractéristiques suivantes : le degré d'extension (période de temps), la densité (nombre de buts intermédiaires) et le degré de réalisme. En effet, plus le but est éloigné et plus le nombre de buts intermédiaires est élevé, moins le but final aura d'influence positive sur la motivation à accomplir la tâche d'apprentissage. Par

ailleurs, plus le but éloigné est réaliste, plus la motivation pour la tâche en cours sera grande (Lens, 2006).

Des auteurs ajoutent qu'une combinaison de buts de maîtrise et de buts de démonstration donne lieu à une motivation optimale (Brophy, 2004; Cosnefroy, 2004; Viau, 2009). La notion de buts scolaires trouve son utilité dans un cadre plus large comme facteur explicatif de la motivation intrinsèque et extrinsèque.

1.2. Régulation des apprentissages

Il apparaît que les buts scolaires sont intimement liés à d'autres caractéristiques de la motivation scolaire. Selon Cosnefroy (2004), en effet, le but de maîtrise est associé à la motivation intrinsèque (motivation pour la tâche elle-même) alors que le but de démonstration de sa compétence est plutôt associé à la motivation extrinsèque (motivation pour ce qui résulte de la tâche).

Vallerand et Sénécal (1992) définissent la motivation intrinsèque comme le « fait de participer à une activité pour le plaisir et la satisfaction que l'on retire pendant la pratique de celle-ci » (p. 51). Ce type de motivation, selon la théorie de l'autodétermination de Deci et Ryan (1985, 2004), est opposé à la motivation extrinsèque à son plus bas niveau. Un élève présentant une motivation extrinsèque « est motivé par des stimuli externes auxquels il ne s'identifie pas [...]. Il est dirigé par des contingences qui lui sont entièrement externes » (Viau, 2009).

Selon ce modèle, la motivation à accomplir certaines tâches chez un élève peut dépendre de facteurs qui lui sont plus ou moins internes. Ces derniers régulent la motivation de l'élève en la maintenant dans un état relativement stable qui encourage l'élève à s'investir dans ses apprentissages. Legendre (2005) définit la régulation comme « l'ensemble des fonctions et des actions dont le but est de maintenir l'équilibre d'un

système complexe en dépit des interventions de son environnement, ou de modifier le système de façon à ce qu'il s'adapte aux conditions environnantes. »

Deci et Ryan (1985, 2004) considèrent la motivation extrinsèque et la motivation intrinsèque comme faisant partie d'un continuum dit d'autodétermination sur lequel sont disposés trois formes de motivation : amotivation (absence de toute forme de régulation de la motivation), motivation extrinsèque et motivation intrinsèque. La figure 2 illustre ce continuum.

Amotivation	->	Motivation extrinsèque			->	Motivation intrinsèque
Absence de régulation	Régulation externe	Régulation introjectée	Régulation identifiée	Régulation intégrée	Régulation intrinsèque	

Figure 2. Les types de régulation selon Deci et Ryan (2004)

Selon le modèle de Deci et Ryan (2004), la motivation extrinsèque se décompose en différents niveaux de régulation autodéterminée successivement appelés externe, introjectée, identifiée et intégrée.

Pelletier et Vallerand (1993) indiquent que l'élève dont la motivation est extrinsèque par régulation introjectée « a commencé à intérioriser les sources de contrôle [...], mais elles ne sont pas nécessairement en harmonie avec ce qu'il souhaite ou désire » (Viau, 2009, p. 190). Par exemple, un élève peut décider d'étudier en vue d'un examen dans le but de plaire à ses parents qui le lui demandent.

L'élève motivé par régulation identifiée est capable de reconnaître que le fait d'accomplir une activité qu'il n'aime pas nécessairement lui permettra d'obtenir une récompense dans le futur. Ce type de régulation reste dans le domaine de la motivation extrinsèque parce que l'élève n'accomplit pas une tâche pour l'apprentissage qu'elle représente, mais pour avoir un meilleur résultat, par exemple (Deci *et al.*, 1991). Deci et Ryan (1985)

soulignent que, à ce niveau de régulation, l'élève commence à adopter un comportement autodéterminé.

La régulation intégrée est, selon Deci *et al.* (1991), ce qui se rapproche le plus de la régulation intrinsèque. En effet, à l'instar de la régulation intrinsèque, l'élève motivé par régulation intégrée accomplit une tâche parce qu'elle correspond à ses propres buts. Cependant, l'élève ne s'adonne pas à la tâche uniquement pour le plaisir de cette dernière : la réussite de cette tâche lui permet d'accomplir un but secondaire. Par exemple, un élève qui apprécie faire de la chimie en cinquième secondaire et qui participe activement aux activités d'apprentissage de ce cours, présente une régulation intégrée lorsqu'il agit ainsi dans le but de poursuivre éventuellement des études en soins infirmiers en plus de vouloir en connaître davantage sur le sujet.

Dans cette recherche, nous optons pour une adaptation du continuum de régulation des apprentissages décrit par Deci et Ryan (1985, 2004). Nous conservons intégralement les deux extrémités du continuum. De plus, en ce qui concerne la motivation extrinsèque, nous conservons aussi le concept de régulation externe. Nous regroupons les concepts de régulation introjectée, identifiée et intégrée afin de simplifier l'analyse des résultats. Nous désignerons ce regroupement sous le terme *régulation mixte*. La figure 3 ci-dessous représente le continuum de l'autodétermination en prenant en compte cette modification.

Amotivation	-> Motivation extrinsèque ->		Motivation intrinsèque
Absence de régulation	Régulation externe	Régulation <i>mixte</i>	Régulation intrinsèque

Figure 3. Adaptation du continuum de régulation de Deci et Ryan (2004)

Nous poursuivons la présentation du cadre conceptuel de la recherche avec le concept d'attribution causale.

1.3. Attributions causales

La théorie des attributions causales, élaborée principalement par Weiner (1985, 1992, 2005, 2010) porte sur la motivation scolaire et plus particulièrement sur la perception de contrôlabilité de la tâche. Selon Weiner, les attributions causales peuvent influencer les buts scolaires poursuivis par l'élève. Le processus se déclenche généralement à la suite d'une réussite ou d'un échec inattendu une fois la tâche complétée. Si l'événement de réussite ou d'échec est important aux yeux de l'élève et qu'il peut influencer l'image qu'il a de lui-même, la motivation de celui-ci à s'engager dans une tâche comportant des similitudes sera grandement influencée selon que son estime de soi s'améliore ou se détériore. Par exemple, un élève qui éprouve de grandes difficultés lorsqu'il apprend les mathématiques peut devenir de moins en moins motivé à entreprendre de nouveaux apprentissages à chaque fois qu'il échoue un examen s'il associe ses difficultés à un manque de compétence de sa part.

Weiner (1992) propose de regrouper en trois catégories les multiples causes, telles que perçues par les élèves, expliquant les succès et les échecs: le degré et le lieu de contrôle que l'élève croit exercer sur la cause, ainsi que le niveau de stabilité des causes comme le sentiment de compétence. Notons que l'évaluation par l'élève des causes d'un événement de réussite ou d'échec influencera sa motivation à accomplir une tâche semblable dans le futur.

La perception de contrôlabilité est « le degré de contrôle qu'un élève croit exercer sur le déroulement d'une activité » (Viau, 2009, p. 44). Il s'agit, selon Viau (2009), d'une source de motivation à ne pas négliger. Par exemple, une activité d'apprentissage pour laquelle tous les aspects sont planifiés d'avance par l'enseignant et laissant peu de choix possibles aux élèves provoquerait un faible sentiment de contrôlabilité chez ces derniers. Pour cette raison, leur motivation à accomplir cette tâche peut en être diminuée.

Par ailleurs, un élève peut percevoir qu'une situation peut être contrôlée par une tierce personne, faisant intervenir la notion de lieu de contrôle. Ce dernier est défini comme « la tendance de l'individu à considérer que les événements qui l'affectent sont le résultat de ses actions ou, au contraire, qu'ils sont le fait de facteurs externes sur lesquels il n'a que peu d'influence » (Larose, Terrisse, Lefebvre et Grenon, 2000, p. 5). Le lieu de contrôle peut être interne ou externe à l'élève lorsqu'il accomplit un travail scolaire, le premier favorisant sa motivation (Viau, 2009).

« La perception qu'a l'élève de sa compétence est le jugement qu'il porte sur sa capacité à réussir de manière adéquate une activité pédagogique qui lui est proposée » (Viau, 2009, p. 36). On trouve que la perception positive de compétence chez l'élève favorise l'investissement et la persévérance pour une activité pédagogique. L'élève trouve la source de la perception de sa compétence dans ses performances antérieures, l'observation d'autres personnes, la persuasion verbale et son état psychologique et émotif (Bandura, 2003). Ce concept est directement lié au niveau de stabilité de la cause d'un événement de réussite ou d'échec vécu et perçu par l'élève.

Tardif (1992) ajoute que la perception de l'élève quant à son efficacité et de la contrôlabilité de ce qu'il doit mettre en place pour accomplir la tâche avec succès est un facteur influençant fortement la motivation scolaire. Selon Weiner (1992, 2005), lorsque les causes perçues sont contrôlables et internes, la motivation s'améliorera. À l'opposé, des causes externes et incontrôlables auront un effet négatif sur la motivation scolaire.

2. Motivation pour l'apprentissage des mathématiques

La motivation scolaire peut s'appliquer à l'école en général comme un ensemble de perceptions qu'a l'élève de sa compétence à apprendre et qui peuvent le mener à un engagement cognitif persistant dans le but d'apprendre. Toutefois, la motivation d'un

élève n'est pas la même pour toutes les disciplines scolaires. Nous nous intéressons particulièrement à la motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

La motivation pour les mathématiques se distinguerait de la motivation pour les autres matières de par sa dimension affective, entre autres. Pour Gattuso et Lacasse (1987), l'enseignant a un rôle à jouer face au « vécu affectif des élèves dans l'apprentissage des mathématiques ». Lafortune (1992) a dégagé une tendance selon laquelle plusieurs études rapportent que « les facteurs de type affectif influent sur l'apprentissage » (p. 4) des mathématiques. Pour cette auteure, un élève motivé pour les mathématiques est caractérisé notamment par l'absence d'émotions négatives comme l'anxiété ou même la peur des mathématiques lorsqu'il participe à un cours de mathématiques. La peur des mathématiques s'apparente à différentes formes de peur (Gattuso, Lacasse, Lemire et Van der Maren, 1989), d'où l'expression "mathophobes" qui permet de caractériser les élèves qui éprouvent de l'anxiété, et même de l'angoisse, en classe de mathématiques. Plusieurs chercheurs ont étudié la motivation pour les mathématiques en participant au développement d'ateliers s'adressant à des étudiants *mathophobes* (Gattuso et Lacasse, 1987) de niveau collégial dans le but de leur permettre de travailler leurs émotions en mathématiques. Gattuso *et al.* (1989) précisent que « la phobie des mathématiques se manifeste par une angoisse inhibitrice qui paralyse la capacité d'action, et les conduit à éviter les situations qui réactivent l'angoisse » (p. 194). Meece, Wigfield et Eccles (1990) ont montré que l'anxiété des élèves à l'égard des mathématiques est directement liée au sentiment de compétence, aux buts de performance et à la valeur accordée à la tâche. Ainsi, un élève qui éprouve de l'anxiété face à des tâches mathématiques se sent peu compétent pour les accomplir. Il ne vise que la performance sans vouloir réellement maîtriser la notion en cours d'apprentissage et, tout compte fait, n'accorde que peu de valeur aux tâches. Par ailleurs, l'anxiété des élèves en mathématiques n'aurait pas d'effet significatif sur leur rendement (*ibid.*)

La motivation des élèves pour les apprentissages en mathématiques est un concept qui se rapproche de la motivation scolaire dans son ensemble. En effet, les buts scolaires, la régulation des apprentissages et les attributions causales, qui permettent de comprendre le phénomène complexe de la motivation scolaire sont autant d'éléments qui s'appliquent à la dynamique motivationnelle en contexte d'apprentissage des mathématiques.

Les buts d'apprentissage en mathématiques correspondent aux buts scolaires précédemment décrits : des buts de maîtrise et des buts de performance. La perception de l'utilité des mathématiques est liée à la performance (Pajares et Miller, 1994). Cela peut être expliqué par le fait que la perception de l'utilité de l'apprentissage des mathématiques entraîne le déploiement d'efforts (Greene, Debacker, Ravindran et Krows, 1999), ce qui démontre la motivation des élèves (Viau, 2009). Ces affirmations sont confirmées par Chouinard, Karsenti et Roy (2007) qui ajoutent que les perceptions des élèves à l'égard de l'utilité de leurs apprentissages en mathématiques permettent de prédire dans une certaine mesure leur performance en mathématiques. D'autres auteurs précisent que le degré d'intérêt, composante intrinsèque de la perception de l'utilité de la tâche (Eccles et Wigfield, 2002), en mathématiques est directement lié au rendement en mathématiques (Evans, Schweingruber et Stevenson, 2002).

Greene *et al.* (1999) précisent que la poursuite d'un but de maîtrise lors de l'apprentissage des mathématiques a un impact significatif sur les efforts déployés par l'élève et, par le fait même, sur sa réussite dans cette discipline. Lessard, Chouinard et Bergeron (2009) indiquent que « les buts d'accomplissement en mathématiques sont liés à l'engagement et au rendement scolaire, les buts de maîtrise ayant l'influence la plus positive alors que les buts d'évitement ont une influence négative » (p. 220). Le construit motivationnel concernant les buts scolaires est ainsi applicable au domaine des mathématiques.

Des chercheurs se sont penchés précisément sur les attributions causales dans les situations de succès et d'échec en mathématiques. Selon certains résultats, les élèves qui attribuent leurs succès à l'effort, une cause interne et contrôlable, persévèrent davantage face à une tâche difficile et obtiennent de meilleurs résultats en mathématiques (Lloyd, Walsh et Yailagh, 2005; Wentzel et Wigfield, 1998). Notons que la persévérance et l'apprentissage effectif sont des signes de motivation accrue (Viau, 2009). Selon ce dernier, la perception de contrôle sur la tâche favorise la motivation scolaire. Ces informations confirment l'applicabilité de la théorie générale des attributions causales de Weiner (1985, 1992, 2005, 2010) en contexte d'apprentissage des mathématiques.

Par ailleurs, le sentiment de compétence représente un élément prédictif de la performance de l'élève en mathématiques lors de l'accomplissement d'une tâche (Greene *et al.*, 1999; Meece *et al.*, 1990). Pour ces auteurs, l'élève a plus de chance d'obtenir une performance élevée lorsqu'il accomplit une tâche s'il se croit compétent en mathématiques.

3. Les TIC et la motivation scolaire

Il est important de préciser que les écrits scientifiques au sujet de l'intégration de l'informatique à l'école et de ses incidences sur la motivation et l'apprentissage présentent des disparités (Karsenti *et al.*, 2001). Cela pourrait tenir au fait que les liens entre les TIC, l'apprentissage et la motivation sont nombreux et très complexes (Karsenti, 2003). En effet, il semble ardu de connaître l'origine de la motivation lorsqu'elle est observée chez les élèves. Il est difficile de distinguer, chez l'élève utilisant l'ordinateur, si la motivation observée tire son origine de la tâche d'apprentissage ou si elle est plutôt rattachée à l'utilisation de l'ordinateur (Long, 2005; Viau, 2009).

Karsenti (2003) est d'avis que les élèves, sans égard au sexe, sont en général très intéressés par des activités ludiques qui prennent place au laboratoire d'informatique.

Toutefois, lorsque ces activités ludiques visent l'apprentissage, les garçons perdent plus d'intérêt que les filles. Cependant, le niveau d'intérêt de ces garçons demeure bien plus élevé que si l'activité se déroule sans support informatique.

Quant à l'absence des technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'école, Karsenti (2003) note : « l'absence des TIC pourrait [...], à moyen terme, avoir un impact négatif sur la motivation des élèves, et tout particulièrement sur celle des garçons, car il y aurait une rupture trop importante entre la présence des TIC dans la société et la présence des TIC à l'école » (p. 31).

Selon Boucher (2006), l'utilisation adéquate des TIC entraîne une meilleure réussite scolaire. Cela pourrait être dû au fait que les TIC « sont flexibles et accessibles, qu'elles offrent des possibilités de communication et d'interactions accrues et qu'elles permettent de varier les modes d'enseignement et d'apprentissage » (Karsenti, 2003, p. 28). L'enseignement peut ainsi être plus personnalisé et flexible, ce qui peut mener à de meilleurs apprentissages. En effet, alors que les retombées de l'utilisation du TBI sur les apprentissages sont mitigées (Karsenti *et al.*, 2012a), l'utilisation pédagogique des ordinateurs peut offrir des avantages importants (Karsenti *et al.*, 2012b), notamment le développement d'une motivation accrue des élèves.

Karsenti (2003), Matchinda (2008) et Viau (2009) s'accordent pour dire que l'intégration des TIC à l'école est profitable à certaines conditions puisqu'elle peut améliorer le rapport des élèves au savoir et à l'école. Viau (2009) précise qu'en plus d'améliorer l'attitude des élèves envers les matières scolaires, on note une amélioration de l'attitude des élèves « envers les matières scolaires et envers eux-mêmes (perception de compétence) » (Viau, 2009, p. 176). Matchinda (2008) indique par ailleurs que l'usage de l'ordinateur favorise l'engagement cognitif.

Le potentiel motivationnel de l'intégration des TIC en classe peut se traduire par des éléments concrets démontrant l'amélioration de la qualité des travaux des élèves, ainsi

que de leurs apprentissages. Par exemple, Cox *et al.* (2003a) ont montré l'effet positif de l'utilisation des TIC pour l'ensemble des disciplines du programme d'études de la Grande Bretagne. Cet effet positif était particulièrement marqué en anglais (langue maternelle), en mathématiques et en sciences.

D'autres chercheurs se sont penchés sur les perceptions des élèves et des enseignants quant au fait d'avoir accès aux TIC à l'école. Higgins *et al.* (2005) affirment que les réactions de ceux-ci étaient unanimement positives. Les observations de ces chercheurs montrent que les interactions entre les enseignants et leurs élèves favorisent davantage le développement d'habiletés cognitives de ces derniers dans les classes équipées d'un tableau blanc interactif (TBI). Les enseignants posaient davantage de questions ouvertes et développaient davantage leurs explications à partir du discours des élèves. Cet avantage est aussi souligné par Murphy (2003) qui affirme que l'utilisation des TIC en classe peut favoriser un enseignement davantage apparenté au courant constructiviste. Higgins *et al.* (2005) ajoutent que les élèves étaient particulièrement enthousiastes par rapport au potentiel multimédia du TBI dans la classe en comparaison du tableau traditionnel.

Dans le domaine des sciences, les TIC peuvent contribuer à l'enseignement-apprentissage en tant qu'outil de modélisation et de simulation. Dans ce contexte, Osborne et Hennessy (2003) énumèrent les avantages perçus. Selon ces auteurs, la technologie permet de mettre de côté le travail répétitif et laborieux comme l'affichage d'une série de données sur un graphique pour mettre l'accent sur l'interprétation des résultats. La technologie permet aussi l'exploration de phénomènes à l'aide de logiciels de modélisation qui donnent une rétroaction rapide et personnalisée à l'élève. En plus de ces avantages liés à la compréhension de phénomènes scientifiques, Osborne et Hennessy (2003) soulignent l'apport de l'utilisation des TIC en regard de la motivation puisqu'elles favorisent l'apprentissage autorégulé, la collaboration entre les pairs dans une perspective socioconstructiviste, ainsi qu'une motivation accrue.

Bien que la plupart des auteurs d'écrits scientifiques s'entendent pour dire que l'intégration des TIC dans le monde scolaire représente un avantage certain, ce point de vue n'est pas unanime. Karsenti (2003) et Boucher (2006) rapportent les propos d'auteurs qui n'ont pas trouvé d'effets clairement positifs des TIC sur la réussite scolaire. Ces auteurs (Barrette, 2004; Gardner *et al.*, 1993; McLaren, 2004; Russell, 1999) n'ont pas trouvé d'effets négatifs, mais simplement une absence d'effets clairement positifs.

Papanastasiou (2002) suggère une piste qui pourrait expliquer les différences entre les résultats d'une étude à l'autre. Il a trouvé que différents types d'utilisation de l'ordinateur en classe impliquent différents niveaux de pensée chez les élèves, et donc des résultats très variables. Il ajoute que « la technologie n'est ni bonne, ni mauvaise, mais peut être utilisée de manière positive ou négative » (traduction libre). En d'autres mots, une technologie qui favorise l'acquisition d'une connaissance particulière ou le développement d'une compétence n'est pas nécessairement bénéfique dans tous les contextes d'apprentissage. Elle peut l'être pour l'apprentissage d'une discipline et non pour une autre. De plus, l'enseignant a un important rôle à jouer. Il lui revient la responsabilité d'une utilisation efficace des TIC par ses élèves.

La présence des TIC en classe n'est pas nécessairement garante de la qualité de l'enseignement et de la qualité des apprentissages. Toutefois, la majorité des écrits recensés indiquent que la présence de l'informatique à l'école est souhaitable puisqu'elle a généralement des impacts positifs sur la motivation scolaire des élèves. La présente recherche se penche sur l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation des élèves pour les mathématiques. Les prochains paragraphes sont consacrés à l'apprentissage de la programmation informatique.

4. Apprentissage de la programmation informatique

La programmation informatique semble, pour de nombreuses personnes, mystérieuse et inaccessible. Pourtant, plusieurs utilisent la programmation sans même s'en rendre compte en préparant une feuille de calcul réutilisable à l'aide d'un tableur, par exemple. Bien entendu, il s'agit là d'une forme de programmation bien simple. Au sens général, dès qu'un utilisateur donne une série d'instructions dans un ordre précis et dans un but prédéterminé à un ordinateur, on dit qu'il y a programmation. C'est ainsi que Dufoyer (1988, p. 38) décrit la programmation informatique comme un "ensemble d'activités nécessaires pour développer un produit réutilisable constitué par un ensemble d'instructions écrites de façon telle et dans un environnement tel qu'un ordinateur puisse accomplir certaines tâches déterminées." Duchateau (1989) simplifie encore la notion de programmation en la décrivant ainsi : « programmer, c'est faire faire. »

Selon Duchateau (1989), la programmation informatique revient à la création d'algorithmes relevant du domaine des mathématiques. L'ordinateur devient alors un exécutant à qui le programmeur doit « expliquer » une méthode qui lui permet de mener à terme une tâche précise. Cela exige du programmeur qu'il subdivise et organise la tâche à réaliser en ses constituants élémentaires. De plus, l'auteur souligne que le programmeur doit être capable de réfléchir à toutes les contraintes de la tâche avant que l'ordinateur y soit confronté réellement, ce qui nécessite le développement d'habiletés cognitives chez le programmeur. La figure 4 illustre schématiquement le processus de la programmation informatique.

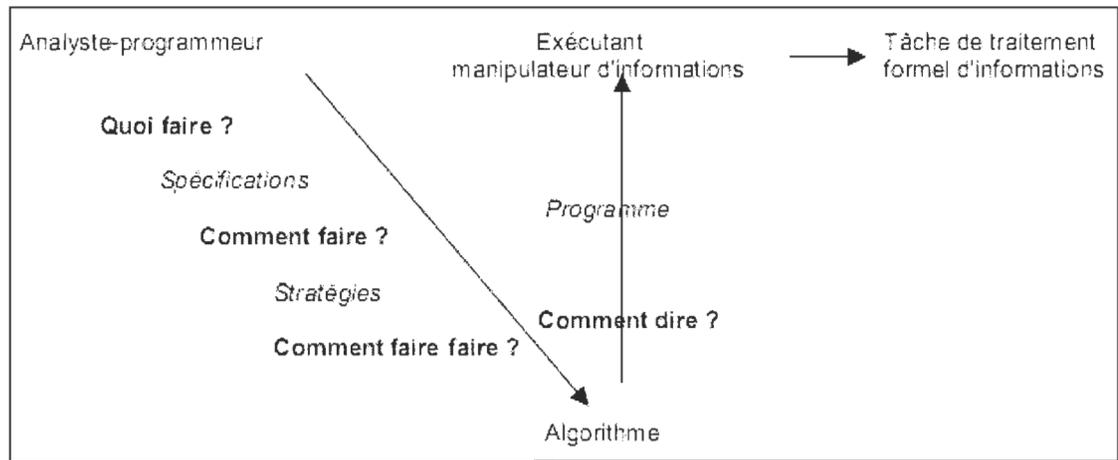


Figure 4. Le processus de la programmation informatique (Duchateau, 1989)

La démarche de programmation comporte ainsi une dimension de résolution de problème. En effet, les questions « Quoi faire? » et « Comment faire? » du schéma de Duchateau sont les mêmes que celles auxquelles les élèves doivent répondre lorsqu'ils résolvent un problème mathématique. L'auteur ajoute que le programmeur doit « a priori TOUT dire de la manière d'effectuer la tâche [, ...] être exhaustif, [...] percevoir tous les possibles, [...] et] tenir compte des "cas limites". »

Le programmeur doit ensuite se concentrer sur l'aspect technique de la programmation informatique en traduisant les étapes de la solution du problème en une séquence d'instructions précises (« Comment faire faire? ») données à l'ordinateur à l'aide du langage de programmation choisi (« Comment dire? »). Ce n'est une fois le programme complété et exécuté par l'ordinateur que le programmeur peut valider sa solution au problème posé initialement.

Il existe une imposante documentation disponible au sujet de la programmation informatique, des langages et des techniques, mais bien peu d'écrits scientifiques s'intéressent à la programmation informatique sous l'angle pédagogique. Pourtant, selon Dufoyer (1988), la programmation informatique permet à l'élève qui s'y adonne de bénéficier d'une foule de bienfaits notables.

Un premier avantage de l'apprentissage de la programmation informatique est la familiarisation avec la procédure de résolution de problèmes qui doit être mise en œuvre afin d'arriver à créer un programme complet. En effet, la programmation informatique oblige l'élève à scinder un problème de programmation en une série de sous-problèmes qui doivent s'articuler dans une logique rigoureuse: l'ordinateur ne tolère pas « l'à-peu-près » (Dufoyer, 1988). Ce type de démarche est aussi utilisé dans l'apprentissage des mathématiques au secondaire.

Un deuxième bienfait de l'apprentissage de la programmation informatique est le développement de la nécessaire capacité d'abstraction, tout comme pour l'apprentissage des mathématiques. En effet, lors de l'élaboration de son programme, l'élève programmeur doit suivre mentalement certaines données attribuées à des variables. Par exemple, pour un programme servant à calculer la circonférence d'un cercle à partir de son rayon, l'élève doit imaginer une structure algébrique lui permettant d'enregistrer les données dans des variables avant d'effectuer un calcul dont la réponse sera elle aussi enregistrée dans une variable. C'est aussi le cas pour les boucles. Par exemple, « une structure de type *Repeat... Until...* suppose la gestion mentale de la variable de contrôle (nombre d'itérations) et d'opérateurs booléens (évaluation de l'expression qui suit *Until*) » (Dufoyer, 1988, p. 64).

Par ailleurs, certaines notions mathématiques sont indispensables au programmeur informatique. Par exemple, les notions de variables algébriques, d'opérateurs arithmétiques, de résolution d'équations et de géométrie cartésienne sont très souvent utilisées par les programmeurs. D'après Dufoyer (1988, p. 87), « certains sont allés jusqu'à avancer qu'il y avait là usage et apprentissage de la rigueur mathématique formelle. Dans cette optique, la conception de programmes informatiques est perçue comme un exercice qui encourage à l'étude des mathématiques à travers des activités exploratoires, facilite la compréhension de certains concepts de cette discipline et offre

un langage permettant de décrire sa manière personnelle de résoudre les problèmes ». Cela rejoint la position de Duchateau (1989).

Plus récemment, d'autres auteurs se sont penchés sur la question de la programmation informatique en lien avec l'apprentissage des mathématiques. Schaefer et Warren (2004) soulignent l'apport de l'apprentissage de la programmation informatique de jeux vidéo. Les élèves sont alors exposés à la résolution de problèmes liés à la géométrie, à l'algèbre, à l'étude physique des collisions entre objets, etc.

Wittwer et Senkbeil (2008), de leur côté, ont trouvé que des élèves ont amélioré significativement leur compétence en mathématiques parce qu'ils utilisaient l'ordinateur en tant qu'outil cognitif pour réaliser des activités de résolution de problèmes mathématiques de leur propre chef. Cela a favorisé leur réussite en mathématiques, ainsi que l'augmentation de leurs résultats. L'auteur poursuit en indiquant que l'effet de l'utilisation de l'ordinateur comme aide à l'apprentissage des mathématiques varie selon le niveau cognitif déployé par l'élève au cours de l'activité en question. L'utilisation de logiciels de pratique par répétition (un exerciceur de tables de multiplications, par exemple) permet à l'élève de déployer des connaissances simples, associées à un faible niveau de déploiement cognitif. Au contraire, les applications « outils » comme les tableurs permettant entre autres la programmation d'algorithmes répétitifs et la visualisation de données, et les logiciels de simulation favorisent le contact de l'élève avec des activités élaborées, ce qui entraîne une meilleure compréhension du domaine mathématique par l'élève. L'apprentissage de la programmation informatique entre dans un créneau d'outil cognitif en exigeant de l'élève la mise en œuvre d'une démarche de résolution de problème (Arsac, 1991; Duchateau, 1989; Dufoyer, 1988). Dufoyer (1988) affirme d'ailleurs que le programmeur doit se servir « de connaissances et de capacités diverses qui ont été acquises dans d'autres domaines que celui de l'apprentissage de l'informatique. Ces aptitudes sont de type logique, verbal, physico-mathématique ou

autre. L'important est de pouvoir effectuer des transferts d'apprentissage de ces domaines vers celui de la programmation, au moment opportun. »

Johnson (2000) souligne que la contribution de la programmation informatique à l'apprentissage des mathématiques a été démontrée dans une multitude de recherches. Il prétend que le cours de mathématiques représente une niche parfaite pour l'apprentissage de la programmation informatique étant donné les bénéfices qu'elle représente, ainsi que pour les occasions de transfert de connaissances et de compétence d'autres domaines que la programmation informatique, comme les mathématiques.

5. Objectif de recherche

Selon ce qui précède, il appert que la présence et l'utilisation des TIC à l'école favorise la motivation scolaire. Rappelons que cette dernière présente plusieurs facettes qu'il est possible d'analyser afin de rendre compte de la motivation de l'élève pour une tâche donnée : les buts d'apprentissage, les attributions causales, la régulation des apprentissages, l'engagement cognitif et la persévérance. De plus, il existe des interactions entre l'apprentissage de la programmation informatique et l'apprentissage des mathématiques.

Considérant le fait que le manque de motivation pour les mathématiques est préoccupant pour une proportion importante des jeunes du secondaire au Québec et qu'aucune donnée scientifique, à notre connaissance, n'est disponible quant à la relation entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation pour les mathématiques, nous poursuivons l'objectif général de recherche suivant :

Analyser l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour les mathématiques chez des élèves du secondaire.

Pour y arriver, nous établissons trois objectifs spécifiques :

1. Décrire et analyser la motivation pour les mathématiques d'élèves du secondaire avant et après leur participation à une activité parascolaire de programmation informatique.
 - a. Quant aux buts d'apprentissage et plus particulièrement la perception de l'utilité des mathématiques;
 - b. Quant au niveau d'engagement cognitif et de régulation des apprentissages;
 - c. Quant au sentiment de compétence et aux attributions causales.
2. Comparer l'analyse des données collectées avant et après l'apprentissage de la programmation informatique.
3. Analyser la perception des élèves quant aux liens entre les mathématiques et la programmation informatique.

La méthode de recherche décrite dans le chapitre suivant a été utilisée pour atteindre ces objectifs.

CHAPITRE 3 - MÉTHODOLOGIE

Cette recherche se rapporte à l'apport possible de la participation à une activité parascolaire de programmation informatique à la motivation pour les mathématiques chez des élèves du secondaire. Dans ce chapitre, nous présentons la stratégie de recherche, la démarche méthodologique et le mode de traitement des données choisis dans le but de répondre à la question de recherche.

1. Stratégie de recherche

Il y a un vide important en ce qui concerne la relation possible entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation pour l'apprentissage des mathématiques dans les écrits scientifiques. Avec cette étude, nous posons l'une des premières briques de l'édifice théorique à ce sujet. La stratégie de recherche que nous avons employée est encadrée par un devis descriptif (Fortin, 2006). Ainsi, cette recherche vise à analyser l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour les mathématiques.

La méthode que nous avons utilisée pour atteindre les objectifs de recherche est de nature qualitative. Plus précisément, l'étude de cas se montre tout à fait appropriée « puisqu'elle permet, entre autres, le choix de cas particuliers dans lesquels les interactions étudiées sont susceptibles de se manifester » (Karsenti et Demers, 2004). De plus, selon ces mêmes auteurs, l'étude de cas est, de façon générale, tout à fait indiquée en éducation du fait de la multidimensionnalité des phénomènes étudiés. Par ailleurs l'étude multicas présente l'avantage de « découvrir des convergences entre plusieurs cas,

tout en contribuant à l'analyse des particularités de chacun des cas » (Karsenti et Demers, 2004).

Nous décrivons, dans les paragraphes suivants, les détails de la démarche méthodologique que nous avons utilisée.

2. Démarche méthodologique

Nous avons mené la recherche dans une école secondaire publique du Centre-du-Québec où le chercheur est enseignant depuis trois ans au moment de la collecte des données. Trois élèves de la troisième secondaire ont participé, deux garçons et une fille. De plus, les enseignants de mathématiques de ces élèves ont également accepté de participer.

La démarche de recherche s'est déroulée en quatre phases : le recrutement des participants, l'entrevue initiale, l'activité de programmation et l'entrevue finale. Les sections qui suivent présentent chacune de ces phases en ordre chronologique.

2.1. Recrutement des participants

Pour arriver à établir des liens entre la participation à une activité parascolaire de programmation informatique et la motivation pour les mathématiques, nous avons fait appel à des élèves qui suivent le cours de mathématiques de troisième secondaire. Ce choix repose sur le fait que le langage de programmation choisi pour l'activité parascolaire nécessite des connaissances de base sur l'utilisation des variables algébriques. Or, les élèves se sont familiarisés avec les bases de l'algèbre en deuxième secondaire et ils continuent à étudier les notions algébriques en troisième secondaire (opérations sur des polynômes, fonction affine, fonction rationnelle, entre autres). Ils ont

donc les connaissances mathématiques nécessaires pour se concentrer sur l'apprentissage du langage de programmation.

Les premières démarches de recrutement des participants ont été exécutées au début de l'année scolaire auprès des enseignants de mathématiques de troisième secondaire. Ils ont tous accepté de participer à la recherche. Cela était nécessaire parce que, pour chaque élève participant à la recherche, la participation de son enseignant de mathématiques était requise.

Nous avons ensuite présenté le projet de recherche à tous les groupes d'élèves de troisième secondaire en expliquant l'implication attendue de leur part. Plusieurs élèves se sont portés volontaires. Nous avons ensuite sélectionné six élèves présentant des caractéristiques diversifiées. Les critères de sélection comprenaient le sexe de l'élève, le type de groupe auquel il appartient (TIC ou régulier) ainsi que le résultat sommaire de l'année précédente en mathématiques. Notons que les élèves des groupes TIC sont des utilisateurs de l'ordinateur au quotidien en classe. Concernant le résultat sommaire, nous avons choisi deux élèves aux résultats faibles à la limite de la note de passage, deux élèves dans la moyenne et deux élèves aux résultats largement supérieurs à la moyenne.

Nous avons retenu trois garçons et trois filles. Deux de ces élèves proviennent des groupes TIC. Les quatre autres élèves sont issus des groupes réguliers.

Au cours du processus de recherche, deux élèves se sont retirés, l'une par manque d'intérêt et l'autre en raison d'un problème de transport, l'activité de programmation informatique ayant lieu en dehors des heures de classe. Quatre élèves ont maintenu leur participation jusqu'à la fin. Nous avons dû retirer la présentation de l'une des quatre études de cas par manque d'espace et parce que l'analyse préliminaire des résultats de ce cas a montré plusieurs incohérences.

2.2. Entrevues initiales

Nous avons rencontré les élèves et leurs enseignants en entrevues individuelles avant le début des séances d'apprentissage de la programmation informatique. Les entrevues initiales se sont déroulées au début du mois de novembre, environ deux mois après le début de l'année scolaire, de manière à donner le temps aux enseignants participants de connaître suffisamment leurs élèves pour pouvoir en discuter adéquatement. Il s'agit d'entrevues semi-dirigées (Fortin, 2006).

Les canevas d'entrevues initiales ont été élaborés à partir des travaux de Ntamakiliro *et al.* (2000) et de Viau (2009). Nous avons sélectionné les questions suggérées par ces auteurs de manière à obtenir un portrait représentatif de la motivation initiale des élèves pour l'apprentissage des mathématiques.

2.2.1. Entrevue initiale avec un élève

L'entrevue initiale auprès des élèves était d'une durée d'environ une heure et avait pour but d'obtenir un portrait global de la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques avant le début des activités de programmation informatique. Nous avons questionné l'élève sur différents thèmes liés à la motivation tels que sa perception de l'utilité des mathématiques, sa perception des causes de ses résultats en mathématiques ainsi que ses buts scolaires en lien avec l'apprentissage des mathématiques. Nos questions étaient tantôt directes (ex : « Ressens-tu de la motivation pour les mathématiques et pourquoi? ») et tantôt indirectes (ex : « Comment te sens-tu en classe de mathématiques? ») pour recueillir des données nécessaires à l'établissement d'un portrait fiable et valide de la motivation initiale du participant pour l'apprentissage des mathématiques.

Le canevas de l'entrevue initiale avec les élèves se trouve dans l'appendice 5.

2.2.2. Entrevue initiale avec un enseignant

Nous avons interviewé l'enseignant de mathématiques de chacun des élèves. Dans le cas où un même enseignant enseignait à deux élèves participants, nous avons réalisé deux entrevues distinctes, chacune à propos d'un seul élève.

Les entrevues initiales avec les enseignants étaient d'une durée de trente à quarante-cinq minutes chacune. Elles avaient pour but de connaître leur perception de la motivation pour les mathématiques de leur élève. Nous avons aussi recueilli des données à propos de leurs observations relatives à l'élève participant quant à ses comportements et ses attitudes en classe de mathématiques.

Les thèmes couverts lors de ces entrevues recourent ceux des entrevues avec les élèves. Cela nous permet de trianguler les données collectées auprès des deux catégories de participants.

L'angle sous lequel nous avons abordé les thèmes de l'entrevue est adapté au rôle de l'enseignant, puisque les réponses de ces derniers comportent à la fois des observations, des perceptions et de l'interprétation. Pour leur part, les élèves parlent d'événements factuels et de leurs sentiments à l'endroit du cours de mathématiques, y incluant la relation avec l'enseignant.

Le canevas de l'entrevue initiale avec un enseignant se trouve à l'appendice 7.

2.3. Activité de programmation informatique

L'activité parascolaire de programmation informatique organisée et pilotée par le chercheur s'est déroulée sur une période de cinq mois, de novembre à mars. Les élèves ont participé, après les heures de classe, à quinze séances de programmation d'une durée

d'environ une heure chacune. Les activités ont eu lieu une fois par semaine à l'exception de la période des Fêtes et de la semaine de relâche au début du mois de mars.

Dans les sections qui suivent, nous présentons le langage de programmation choisi, les notions de programmation enseignées, ainsi que le mode d'apprentissage mis en place lors des activités de programmation informatique.

2.3.1. Choix du langage de programmation

Nous avons choisi le langage de programmation Visual Basic.NET (VB) de l'éditeur de logiciels Microsoft pour l'apprentissage de la programmation par les élèves. Ce choix s'est avéré le plus approprié parce que ce langage de programmation utilise une syntaxe qui est proche de l'anglais, dont les élèves ont déjà une certaine connaissance. Par exemple, pour exécuter un code conditionnel, on utilise le mot-clé « If », traduction du mot français « si ». Le tableau 1 donne un exemple d'instructions programmées en VB, ainsi que l'équivalent logique en français pour calculer la racine carrée d'un nombre. Il permet de constater l'intelligibilité du langage de programmation VB.NET.

Un deuxième élément qui justifie notre choix d'utilisation du langage VB est la souplesse de sa syntaxe. En effet, pour le compilateur de code (le logiciel qui transforme les instructions du programme en fichier exécutable), les mots-clés peuvent être écrits en lettres majuscules, en lettres minuscules ou en une combinaison des deux sans que cela ne soit interprété comme une erreur.

Enfin, en comparaison avec d'autres langages de programmation, comme le C++ ou le C#, la syntaxe du VB est très simple. Les élèves peuvent apprendre rapidement à donner des instructions à l'ordinateur sans être maîtres de toutes les subtilités d'une syntaxe complexe. Cela présente un avantage : les élèves sont plus motivés à apprendre lorsque la méthode est simple et qu'elle donne une rétroaction rapide (Karsenti *et al.*, 2001).

Tableau 1

Exemple de programme écrit en Visual Basic.NET et son équivalent en français

Visual Basic.NET	Français
Dim X, Y As Double	Définir les variables X et Y comme des nombres réels.
X = InputBox("Entrez un nombre.")	Demander un nombre à l'utilisateur et le stocker dans la variable X.
If X >= 0 Then Y = Math.Sqrt(X) MsgBox(Y.ToString())	Si X est plus grand ou égal à zéro, alors : Stocker la racine carrée du nombre dans la variable Y. Afficher le résultat à l'écran.
ElseIf X < 0 Then MsgBox("Non-défini.")	Si X est plutôt négatif : Afficher un message d'erreur.
End If	Fin de la condition.
Application.Exit()	Fin du programme.

2.3.2. Contenu des activités de programmation informatique

Le format de l'activité de programmation offert aux élèves participants était calqué sur le cours de programmation qui est déjà offert en option aux élèves de cinquième secondaire à la même école. Un collègue qui enseigne l'informatique nous a fourni son matériel pédagogique (Garant, 2008). Il s'agit d'un guide à l'intention de l'élève qui contient des explications, des exercices pratiques et des projets à réaliser selon une progression qui permet une prise en main facile du logiciel de programmation. Un exemple de leçon est présenté dans l'appendice 9.

L'apprentissage de la programmation a commencé par une introduction où le chercheur a présenté aux participants des exemples de programmes qui ont été créés à l'aide de

VB.NET. Les programmes ont été introduits du plus simple au plus complexe : un programme qui calcule la somme de deux nombres, un jeu de hasard où l'utilisateur doit identifier par essai et erreur le nombre choisi par l'ordinateur, un jeu de mémoire et finalement un logiciel de gestion de données.

La phase d'apprentissage était composée de trois types d'activités cycliques où le niveau de difficulté augmente à chaque cycle. La première activité est l'introduction d'un nouveau concept de programmation. Les mots-clés VB.NET associés à ce concept sont présentés à l'élève de même que la syntaxe à utiliser. Un exercice complète la leçon. Après quelques leçons, un projet est proposé à l'élève afin qu'il puisse mettre en œuvre les différents concepts appris.

À quelques occasions, nous avons lancé des défis de programmation aux élèves, comme déplacer une fenêtre logicielle automatiquement en augmentant le niveau de difficulté à chaque fois : coller au coin supérieur gauche, coller au coin inférieur droit ou centrer dans l'écran.

Pour les participants les plus avancés, vers la fin de l'activité de programmation, nous avons proposé la programmation d'un jeu de dés où le programmeur doit gérer les probabilités, tenir les comptes des mises, lancer aléatoirement les dés et gérer l'ensemble de ces données pour deux joueurs. Un seul participant s'est rendu à ce stade.

2.3.3. Autonomie du participant

Lors des activités de programmation informatique, les élèves participants ont utilisé les outils d'apprentissage de façon autonome la majeure partie du temps. En effet, les participants déjà familiers avec l'ordinateur pouvaient progresser à leur rythme, tandis que les élèves qui sont en contact moins fréquent avec une telle technologie recevaient l'aide, le support et les encouragements du chercheur.

Par ailleurs, les élèves qui le désiraient pouvaient modifier les exercices qui leur étaient proposés pour acquérir des connaissances complémentaires sur la programmation. Ces améliorations pouvaient se traduire par l'ajout de contraintes, par des exigences esthétiques plus élevées ou encore par l'ajout de fonctions. Par exemple, un élève qui programmait une mini-calculatrice avec les quatre opérations de base a ajouté les fonctions racine et exposant, rendant ainsi la programmation plus difficile.

2.4. Entrevues finales

À la suite de l'activité de programmation informatique qui s'est terminée en avril, nous avons interviewé à nouveau les participants de la recherche. Les entrevues se sont déroulées au début du mois de mai. Il s'agit d'entrevues semi-dirigées (Fortin, 2006).

Les canevas d'entrevues initiales ont été élaborés à partir des travaux de Ntamakiliro *et al.* (2000) et de Viau (2009). Nous avons sélectionné les questions suggérées par ces auteurs de manière à obtenir un portrait représentatif de la motivation initiale des élèves pour l'apprentissage des mathématiques.

2.4.1. Entrevue finale avec un élève

L'entrevue finale avec les élèves était d'une durée d'environ une heure. Elle avait pour but d'obtenir un portrait global de la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques à la suite de sa participation à l'activité parascolaire de programmation informatique et de vérifier si l'élève perçoit un lien entre les mathématiques et la programmation informatique.

Les thèmes abordés en ce qui a trait à la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques sont identiques à ceux de l'entrevue initiale. Nous avons ajouté un thème

sur la perception de l'élève quant aux liens qui peuvent exister entre les mathématiques et la programmation informatique afin d'atteindre les buts de cette entrevue.

Le canevas de l'entrevue finale avec les élèves se trouve dans l'appendice 6.

2.4.2. Entrevue finale avec un enseignant

Comme lors des entrevues initiales, nous avons rencontré l'enseignant de mathématiques de chaque élève participant pour une entrevue semi-dirigée d'une durée de trente à quarante-cinq minutes. Les entrevues ont eu lieu au début du mois de mai, après la fin de l'activité parascolaire de programmation informatique. Elles avaient pour but de connaître la perception de l'enseignant quant à la motivation de son élève pour les mathématiques.

Les questions des entrevues avec l'élève et avec l'enseignant comportent les mêmes thèmes, ce qui permet de valider les données par triangulation. Notons que les réponses des enseignants comprennent des observations et des perceptions.

Le canevas de l'entrevue finale avec un enseignant se trouve dans l'appendice 7.

3. Traitement des données

Les entrevues avec les participants ont été enregistrées à l'aide d'un enregistreur sonore numérique. Dans les sections qui suivent, nous présentons la procédure de traitement des données de la transcription des entrevues à l'analyse des données.

3.1. Transcription des entrevues

Chaque entrevue a été écoutée, puis transcrite intégralement à l'aide d'un logiciel de traitement de texte. La transcription s'est déroulée en plusieurs moments distincts.

Une première série d'entrevues a été transcrite après le début des activités de programmation au début du mois de novembre. À ce moment, nous avons traité les entrevues initiales avec les élèves.

Les entrevues finales avec les élèves ont été transcrites vers la fin du mois de mai.

Finalement, en juin, nous avons transcrit toutes les entrevues auxquelles les enseignants ont participé.

Nous avons choisi de transcrire les entrevues avec les enseignants en dernier afin de ne pas influencer les questions posées par le chercheur lors des entrevues finales.

3.2. Arborescence de codage

Avant le début de l'encodage des verbatims, nous avons créé une arborescence composée de catégories émanant du cadre théorique de la recherche. Au cours de l'analyse des données, de nouvelles catégories ont émergé. Le choix de créer certaines catégories au départ est lié aux fonctions disponibles dans le logiciel d'analyse qualitative utilisé, MaxQDA. Il s'est avéré pertinent, au cours de l'analyse des propos des participants, de créer d'autres catégories, celles qui ont émergé au fur et à mesure des étapes du traitement des données. La liste complète des codes utilisés se trouve dans l'appendice 8.

3.2.1. Catégories liées au cadre théorique

Les catégories qui émanent du cadre théorique pour les thèmes liés à la motivation pour les mathématiques sont multiples. Le premier thème concerne les facteurs de la motivation tels l'utilité des mathématiques (F.U), le sentiment de compétence (F.Comp) et la perception du niveau de contrôle (F.Ctrl) (Viau, 2009). Le deuxième thème est lié aux attributions causales (AC) (Weiner, 1985, 1992, 2005, 2010). La troisième série de catégories se rapporte à la régulation (R). Cette dernière est subdivisée en régulation intrinsèque (R.I), régulation mixte (R.M) et régulation extrinsèque (R.E) (Deci et Ryan, 1985). Ensuite, nous trouvons le thème des buts d'apprentissage des mathématiques (BA). Les sous-catégories associées à ce thème sont le but de maîtrise (BA.M), le but de performance (BA.P) et le but d'évitement (BA.E) (Dweck, 1986; Elliot et Harackiewicz, 1996; Nicholls, 1984). Enfin, le thème des manifestations de la motivation (M) est présent avec ses sous-catégories telles la persévérance (M.P), l'engagement cognitif (M.E) et l'apprentissage réalisé (M.A) (Viau, 2009).

Pour traiter les segments d'entrevue se rapportant aux liens entre les mathématiques et la programmation informatique, nous avons prévu deux catégories distinctes. La première marque ce qui a trait à la programmation en général (Prog) et la seconde marque les liens perçus par l'élève entre les deux disciplines (P+M).

3.2.2. Catégories émergentes

Au cours de l'analyse des données des entrevues, il nous a semblé pertinent d'ajouter des catégories pour identifier des segments qui permettent de mieux saisir la dynamique motivationnelle des élèves (Miles et Huberman, 2003). Ainsi, nous avons codé les segments où les élèves exprimaient leur appréciation du cours de mathématiques (MA).

Les élèves ont parlé de l'influence qu'ont la famille et les amis au regard des mathématiques. Nous avons regroupé des éléments dans une catégorie de codage

nommée « écologie de la motivation » (E). Les codes de cette catégorie concernent l'influence de la famille (E.F), l'influence des pairs (E.P) et l'environnement d'apprentissage (E.E).

Dans la catégorie des buts d'apprentissage, le cadre théorique prévoyait le but de maîtrise (BA.M) et le but de performance (BA.P). Selon Brophy (2004), Cosnefroy (2004) et Viau (2009), la combinaison de ces buts donne lieu à une motivation optimale. Or, nous n'avions pas prévu devoir coder un segment d'entrevue de cette façon. Le code « combinaison performance-maîtrise » (BA.C) a donc été ajouté à l'arborescence de codage.

Les participants se sont exprimés dans certains cas sur l'évolution de la motivation pour les mathématiques. Or, nous n'avions pas prévu cela. Nous avons donc ajouté un code à ce sujet (Ev.M).

Enfin, nous avons créé des catégories antagonistes à celles présentées ci-dessus. Par exemple, lorsqu'il était question de la perception de l'élève à l'effet que les mathématiques sont inutiles, nous avons utilisé le code « Inutilité des mathématiques » (F.UN). La liste complète des codes utilisés se trouve à l'appendice 8.

CHAPITRE 4 – PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Dans ce chapitre, nous présentons l'analyse des résultats par cas. Pour chacun des trois cas, nous exposons l'analyse des propos de l'élève et de l'enseignant, exprimés au cours d'entrevues individuelles semi-dirigées, deux entrevues initiales et deux entrevues finales. Les entrevues *initiales* ont eu lieu avant la participation de l'élève à une activité parascolaire d'apprentissage de la programmation informatique. Les entrevues *finales*, quant à elles, ont été tenues après la participation de l'élève à l'activité parascolaire d'apprentissage de la programmation informatique.

Les résultats présentés ci-après permettent de comprendre l'évolution de la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques. Les liens perçus par celui-ci entre les mathématiques et la programmation informatique seront aussi exposés.

1. Mode de présentation de l'analyse des résultats

La procédure de présentation de l'analyse des résultats empruntée est identique pour les trois cas étudiés dans la présente recherche. Pour chacun d'eux, nous commençons par présenter la dynamique motivationnelle initiale selon les composantes présentées dans le cadre de référence au chapitre 2. Nous comparons les discours de l'élève et de l'enseignant afin d'assurer la crédibilité des données. Cette procédure est répétée pour les entrevues finales. Par la suite, nous analysons l'évolution des composantes de la dynamique motivationnelle de l'élève. Enfin, les liens perçus par l'élève entre les mathématiques et la programmation informatique sont présentés.

Nous tenons à aviser le lecteur que la nécessaire rigueur de la présentation des résultats peut entraîner une impression de redondance.

2. Le cas de Pierre

Pierre est un élève de troisième secondaire inscrit dans la classe TIC de son école. Il est très enthousiaste par rapport à l'utilisation de l'informatique en classe. Ses résultats scolaires en mathématiques se situent au-dessus de la moyenne de son groupe. Nous présentons l'analyse des résultats quant à sa dynamique motivationnelle avant et après l'apprentissage de la programmation informatique, ainsi que les liens perçus par Pierre entre les mathématiques et la programmation informatique.

2.1. Motivation initiale pour les mathématiques

La présentation de la dynamique motivationnelle initiale de Pierre se fera en deux temps. Nous analysons d'abord les propos de Pierre, puis nous poursuivrons avec la présentation du discours de madame Dion, l'enseignante de mathématiques de Pierre.

2.1.1. Entrevue initiale avec Pierre

Lors de son entrevue initiale, Pierre révèle d'entrée de jeu son intérêt pour les mathématiques : « J'aime les mathématiques, les sciences, l'anglais et l'éducation physique ». Il affirme aussi qu'il aime travailler pendant ses cours de mathématiques. Les propos recueillis lors de l'entrevue initiale avec Pierre sont présentés en quatre sections : 1) les buts scolaires et l'utilité des mathématiques, 2) les attributions causales, 3) la régulation et 4) la persévérance et l'engagement cognitif.

2.1.1.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

En plus d'apprécier ses cours de mathématiques, Pierre considère que cette discipline est utile. Il explique que : « Même s'il y en a qui disent que ça ne nous servira à rien, moi je sais qu'un jour ça va me servir à quelque chose d'avoir appris Pythagore par exemple ». Par le fait même, nous constatons que l'apprentissage des mathématiques a de l'importance pour Pierre.

Bien qu'il accorde de l'importance aux mathématiques, Pierre ne trouve pas toutes les notions simples à saisir. Par exemple, il éprouve de la difficulté à comprendre les notions du domaine des probabilités et de la statistique. Il explique : « Pour moi, les probabilités comme deux chances sur trois de piger une bille rouge dans un sac, je ne trouve pas ça... inutile. C'est que je trouve ça difficile. On dirait que je n'allume pas! Des affaires de chance, je n'ai jamais été très bon là-dedans. [...] Souvent, dans les probabilités, tout ce qu'on retrouve, c'est des jetons ou des billes. Si ça parle d'une affaire que j'aime, mettons d'une passion, des joueurs de hockey, je vais sûrement avoir plus de facilité à comprendre. »

En cohérence avec son appréciation générale de l'utilité des mathématiques, Pierre poursuit principalement des buts de performance et de maîtrise. Ses propos indiquent qu'il vise de bons résultats scolaires en mathématiques parce qu'il veut « réussir dans la vie ». Ainsi, lorsqu'il fait un examen sur les probabilités, le résultat semble plus important que la compréhension réelle de la matière. À ce sujet, Pierre souligne qu'il a « eu vraiment de la difficulté à faire cet examen-là. » Il ajoute : « Finalement, je me suis retrouvé avec un C+. J'avais étudié et j'étais fier de moi. [...] J'étais content. Je n'avais pourtant rien compris de cet examen-là. »

Bien que de tels propos laissent croire à un but de performance, ce but demeure secondaire. En effet, même si Pierre réussit généralement très bien les examens de mathématique, il ne cherche pas à se vanter de ses résultats auprès de ses camarades de

classe. Il affirme qu'il donne son résultat seulement à ses meilleurs amis et uniquement si ces derniers le lui demandent.

Un autre indice qui atténue le but de performance au profit du but de maîtrise est que Pierre n'est pas satisfait lorsqu'il a un excellent résultat à un examen trop facile. Il explique : « Si je ne me suis pas forcé et que j'ai une bonne note, je me dis : "Bon! Ça va paraître sur mon bulletin, ça va faire bonne impression", mais dans le fond, je ne serai pas vraiment content de moi. Si j'étudie beaucoup, au moins, j'ai mérité cette note-là. » Par ces propos, nous constatons que l'élève apprécie avoir un bon résultat pour son bulletin et son cheminement scolaire futur. Par ailleurs, un bon résultat à un examen trop facile ne le satisfait pas parce qu'il désire mesurer son niveau réel de compréhension de la matière à l'examen. La performance n'est pas son but premier.

En revanche, Pierre semble poursuivre fermement un but de maîtrise dans l'apprentissage des mathématiques. Il est conscient de l'importance des mathématiques dans son futur travail d'ingénieur informatique. Il souligne : « Je trouve que c'est la matière qui pourrait me servir le plus dans ma vie, dans le domaine où je veux travailler. » En plus de vouloir maîtriser les mathématiques dans un but éloigné, Pierre désire apprendre les mathématiques parce qu'elles peuvent l'aider dans ses activités ludiques actuelles. Par exemple, il affirme qu'il utilise les mathématiques pour calculer des statistiques dans un jeu vidéo : « on avait un certain score puis il fallait diviser nos "kills" par nos "deaths". C'était seulement des gros chiffres. Moi, j'avais de la facilité à diviser ça. »

De plus, Pierre affirme qu'il évite de « simplement » apprendre par cœur une notion mathématique. Au contraire, il s'efforce d'avoir une réelle compréhension de la théorie qu'il apprend en classe. L'élève affirme qu'il lui arrive, à la maison, d'essayer de résoudre des problèmes de mathématiques difficiles, même si l'enseignante ne l'a pas demandé.

En somme, les mathématiques sont utiles aux yeux de Pierre et il poursuit à la fois un but de performance et, de façon beaucoup plus marquée, un but de maîtrise. Selon Brophy (2004), Cosnefroy (2004) et Viau (2009), cette combinaison de buts d'apprentissage indique une forte motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

2.1.1.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'entrevue initiale avec Pierre permet de dégager des informations sur son sentiment de compétence et de contrôle par rapport à l'apprentissage des mathématiques. Nous présentons d'abord les résultats concernant la perception des causes de la réussite ou de l'échec : le lieu de contrôle (interne ou externe) et la contrôlabilité.

Les propos recueillis démontrent que Pierre perçoit une responsabilité partagée entre lui et son enseignante quant à sa réussite en mathématiques. En effet, il croit qu'il serait incapable de réussir sans les explications de madame Dion, mais aussi qu'il lui revient d'adopter des comportements favorisant l'apprentissage et de fournir les efforts nécessaires pour réussir. Il mentionne que l'écoute en classe, l'étude et les devoirs à la maison sont importants pour sa réussite. L'élève ajoute par ailleurs que la part de responsabilité de l'enseignante est plus importante que l'effort qu'il fournit. Voici ses propos à ce sujet : « Si je réussis bien, c'est grâce à mon prof. C'est elle qui m'enseigne la théorie et sans théorie, je pocherai. [...] Je trouve que pour réussir, c'est le prof le plus important. Avant l'effort et la chance. » En d'autres termes, Pierre perçoit un lieu de contrôle de ses apprentissages principalement externe quant aux causes de ses réussites.

L'analyse des propos de Pierre montre aussi une composante interne du contrôle sur ses apprentissages. L'élève est conscient de la valeur de son rôle quant à sa réussite. Selon lui, l'effort qu'il déploie est plus important que le talent et la chance. Il affirme : « Si j'écoute en classe [...] et si j'étudie beaucoup, c'est sûr que je vais trouver l'examen

facile! [...] C'est sûr que le talent et la chance ça peut aider, mais le plus important, c'est le prof et l'effort. »

À un autre moment de l'entrevue, nous avons abordé le thème du sentiment de compétence en mathématiques. Les propos de Pierre à propos de ses aptitudes à apprendre les mathématiques indiquent qu'il se sent compétent lorsqu'il apprend les mathématiques. Il indique : « Je me trouve assez bon en math, mais c'est sûr que j'ai des limites. [...] Je trouve que pas mal tout en math est facile à apprendre. Quand on m'explique une ou deux fois, je comprends tout de suite, à part les statistiques et probabilités. Ça, c'est plus dur. »

En résumé, Pierre est motivé à apprendre les mathématiques. Il perçoit qu'il exerce un contrôle sur sa réussite en déployant des efforts. Par ailleurs, l'élève croit que l'enseignant a davantage de contrôle sur ses apprentissages que lui-même, ce qui indique une perception de contrôle externe. Enfin, sa facilité à comprendre favorise aussi sa motivation à apprendre les mathématiques. Ses expériences antérieures ont été couronnées de succès, ce qui peut l'encourager à continuer de fournir des efforts. Il semble donc que l'étude et l'attention en classe ont ainsi des incidences sur sa motivation à apprendre les mathématiques.

2.1.1.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des propos de l'entrevue initiale avec Pierre révèle des manifestations de régulation extrinsèque, de régulation mixte et de régulation intrinsèque.

La régulation extrinsèque quant à l'apprentissage des mathématiques est présente chez Pierre. Il affirme être fier de lui lorsque le travail et les apprentissages qu'il accomplit plaisent à ses parents et à son enseignante. À ce sujet, il souligne : « Quand mon prof remarque que j'ai fait des efforts et que j'ai une bonne note, j'aime ça! »

De plus, lorsqu'il parle de sa difficulté à comprendre les probabilités, Pierre indique qu'il s'efforce d'étudier et d'apprendre par cœur la matière dans le but d'obtenir des résultats acceptables. Il s'agit d'une forme de récompense aux yeux de Pierre. Il explique : « À l'examen sur les probabilités, il y en a beaucoup qui ont eu des bons résultats. J'ai eu plus bas, mais j'étais content pareil parce que je n'avais rien compris de cet examen-là. [...] Au moins, j'ai passé. » Nous constatons, dans ce cas, que le résultat à l'évaluation s'est avéré source de motivation à étudier.

Une autre manifestation de la régulation extrinsèque chez Pierre est que ses efforts pour compléter un devoir difficile ont pour but de lui éviter une conséquence négative. Il donne des détails : « Si j'ai un *enregistrement* [forme de renforcement négatif] pour un devoir non fait que je ne comprenais pas, c'est sûr que je vais me forcer plus pour comprendre le prochain devoir et ne pas avoir une autre conséquence. »

La régulation mixte, à mi-chemin sur le continuum de régulation extrinsèque-intrinsèque est présente dans le discours de Pierre. Il a exprimé certains propos révélant de la régulation mixte quant à sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques. Il indique que ses connaissances et ses compétences en mathématiques l'aident à mieux réussir dans un jeu vidéo : « Les mathématiques, ça m'aidait à calculer des choses qui étaient dans mon jeu. » Pierre révèle ainsi qu'il apprend les mathématiques non seulement pour l'apprentissage lui-même, mais aussi parce qu'elles lui permettent de s'adonner à une autre activité qu'il apprécie.

Dans le même ordre d'idée, l'élève affirme aussi qu'il travaille fort en mathématiques parce que cette discipline augmente ses chances de bien réussir dans la vie. Il explique : « Si je poche toujours mes examens, ça va me suivre toute ma vie. Par contre, le fait de réussir va m'aider dans la vie. »

Ces éléments de régulation mixte présentent comme caractéristique commune que la motivation principale de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques est que cette discipline lui permet d'atteindre un but secondaire.

La régulation intrinsèque, quant à elle, est la forme de régulation la plus présente chez Pierre selon ce qui ressort de l'analyse de ses propos. Il a mentionné les idées suivantes à plusieurs reprises au cours de l'entrevue initiale.

Premièrement, Pierre souligne qu'il aime apprendre de nouvelles notions pour le plaisir que cela lui apporte. Il lui arrive d'ailleurs de travailler des exercices difficiles qui n'étaient pas exigés de la part de son enseignante. À ce sujet, Pierre explique : « Les math ça m'intéresse beaucoup. [...] J'essaie le plus possible d'en faire. [...] Parfois, je fais les exercices que [madame Dion] n'a pas demandés de faire. »

De plus, Pierre ne se satisfait pas d'une bonne note à un examen lorsqu'il sait qu'il n'a pas complètement intégré la notion mathématique, exception faite des probabilités. Il va jusqu'à retravailler chez lui les exercices qu'il n'a pas réussis avec facilité, même une fois l'examen complété. À ce sujet, Pierre raconte : « Je fais souvent des exercices sur des choses qu'on a déjà vues mais que j'avais eu de la difficulté à réussir. »

En somme, le participant s'étant exprimé librement, les manifestations de la régulation mixte et de la régulation intrinsèque ont été dominantes lors de l'entrevue initiale. En effet, nous avons recensé huit segments d'entrevue témoignant de la régulation mixte de Pierre. Nous trouvons aussi cinq passages sur la régulation intrinsèque et seulement deux en ce qui concerne la régulation extrinsèque. Nous constatons donc, au regard de l'apprentissage des mathématiques, que Pierre présente une régulation principalement mixte et que la composante intrinsèque est plus présente que la composante extrinsèque.

2.1.1.4. Engagement cognitif et persévérance

L'analyse de l'entrevue initiale avec Pierre comprend des indices de son engagement cognitif et de sa persévérance lorsqu'il apprend les mathématiques. Nos constats sont résumés dans les paragraphes suivants.

Premièrement, l'élève soutient qu'il fait preuve de persévérance lorsqu'il rencontre une difficulté en mathématiques. Il explique sa stratégie de travail face à un exercice difficile : « Je vais passer par-dessus. Je vais faire ceux que je suis capable de faire et après j'y reviendrai. Je vais me forcer pour comprendre et je vais essayer d'écrire quelque chose pour avoir des points. »

De plus, lors de la correction en classe, s'il réalise, ne pas avoir réussi un exercice, Pierre va parfois le retravailler à la maison en demandant l'aide de ses parents. Voici ses propos : « Ils m'expliquent. Même si je comprends, je veux qu'ils m'expliquent. Ça va bien dans mes examens après. » Cette manifestation de la persévérance de Pierre peut être considérée comme un indice de son engagement cognitif. Elle peut aussi être associée à des buts de performance et de maîtrise.

Les données de l'entrevue indiquent aussi que Pierre adopte, dans les cours de mathématiques, plusieurs comportements démontrant son engagement cognitif. Il mentionne qu'il prend beaucoup de notes. Il dit éviter de perdre du temps en exécutant le plus de travail possible pendant la période de cours. S'il n'a pas complété un exercice lorsque la cloche sonne à la fin du cours, il prend le temps de le compléter avant de quitter la classe, autant que possible. Cet engagement cognitif de Pierre montre sa motivation à apprendre les mathématiques.

2.1.2. Entrevue initiale avec l'enseignante de Pierre

Lors de l'entrevue initiale à propos de Pierre, madame Dion, enseignante de mathématiques, décrit Pierre comme un bon élève, curieux, travaillant et respectueux. À ses yeux, les comportements de Pierre en classe sont irréprochables. Voici ses propos : « Pierre est un élève qui est à son affaire. Il va, dès la première intervention, ouvrir son manuel. Il suit toujours rapidement les consignes. Il participe beaucoup. Dès qu'il connaît une réponse, il lève la main. Il veut découvrir les notions théoriques. Il accepte d'aider les autres élèves. Il est ouvert à ça. Parfois, les élèves forts ne veulent pas, mais lui, il est prêt à aider. »

Dans les sections suivantes, nous présentons les données recueillies lors de l'entrevue avant le début de l'activité de programmation avec l'enseignante de mathématiques. Ces résultats permettent de trianguler les données recueillies auprès de Pierre et d'assurer leur crédibilité. Nous verrons les composantes motivationnelles pour l'apprentissage des mathématiques chez Pierre, tels que perçus par son enseignante : 1) les buts scolaires et l'utilité des mathématiques, 2) les attributions causales et le sentiment de contrôle, 3) la régulation des apprentissages et 4) la persévérance et l'engagement cognitif.

2.1.2.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Selon la perception de madame Dion, Pierre travaille en classe principalement dans le but d'obtenir de bons résultats. Cela s'apparente à un but de performance. À ce sujet, l'enseignante explique : « Sa réussite est importante pour lui. [...] À un moment donné, on a fait un test formatif sur Pythagore et il n'a pas bien réussi; en me redonnant sa feuille, il m'a dit : "Ah, je ne suis pas content de moi, il va falloir que je regarde ça comme il faut pour l'examen." »

L'entrevue initiale avec madame Dion au sujet de Pierre ne permet pas de confirmer la perception de ce dernier quant à l'utilité des mathématiques.

2.1.2.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'enseignante de mathématiques croit que Pierre se sent compétent lorsqu'il apprend les mathématiques parce qu'il obtient de bons résultats aux examens. Selon elle, ce sont ces résultats qui pousseraient Pierre à faire les efforts nécessaires à sa réussite. Voici son explication : « Je pense qu'en ayant des bonnes notes, il se dit "Je suis bon, donc je vais mettre des efforts." »

Ces propos confirment à la fois le sentiment de compétence de l'élève lorsqu'il apprend les mathématiques et sa perception de l'effort déployé comme étant une cause importante de sa réussite.

2.1.2.3. Régulation des apprentissages

L'entretien avec l'enseignante révèle qu'elle perçoit chez Pierre une motivation pouvant être associée à une régulation à la fois extrinsèque et intrinsèque, dépendamment de la situation. De façon générale, les renforcements positifs incitent Pierre à travailler plus fort, ce qui indique une régulation extrinsèque. À ce sujet, l'enseignante raconte ce qui suit : « Je donne régulièrement des exercices de calcul mental. [...] J'avais dit que les deux meilleurs pourraient sortir de la classe cinq minutes avant que la cloche sonne. Pierre était l'un de ces deux-là. Il était content. »

La régulation intrinsèque est aussi présente chez Pierre. En effet, l'enseignante affirme que, si aucun système d'encadrement n'était appliqué en classe, les travaux, les devoirs et les efforts d'apprentissage de Pierre seraient d'aussi bonne qualité. Madame Dion souligne : « Je pense qu'il ferait les exercices quand même. Je n'ai pas vérifié, mais je pense qu'il se dirait : "La prof l'a demandé, je vais le faire". »

À un autre moment de l'entrevue, madame Dion mentionne aussi que Pierre aime apprendre simplement pour le plaisir. Rappelons que cette forme de régulation

intrinsèque est la plus importante au regard de la motivation à apprendre (Vallerand et Thill, 1993). Les propos de l'enseignante illustrent la perception de cette dernière par rapport à la motivation intrinsèque de Pierre : « Je pense qu'il aime ça, les mathématiques. [...] Comme Pythagore, je pense que c'est quelque chose qu'il a aimé apprendre. [...] Je fais des liens avec la construction et avec des choses qu'on peut voir dans la vie de tous les jours. Il était content de savoir ça. »

En somme, nous retenons des propos de madame Dion, lors de l'entrevue initiale à propos de Pierre, qu'elle perçoit chez ce dernier une combinaison de régulation mixte et de régulation intrinsèque de ses apprentissages en mathématiques.

2.1.2.4. Engagement cognitif et persévérance

En ce qui concerne l'engagement cognitif et la persévérance, il ressort de l'analyse de l'entretien avec l'enseignante que Pierre est un élève ayant besoin d'encouragements lorsqu'il rencontre un problème difficile en mathématiques. Voici les propos de madame Dion à ce sujet :

Souvent, il va rapidement lever la main pour dire qu'il ne comprend pas. À ce moment-là, je lui dis de relire son problème, de regarder comme il faut. Il va le réessayer, il n'abandonne pas, mais il lève encore sa main et dit qu'il ne comprend pas davantage. Là, je vais lui donner plus d'explications. Il fait un certain effort. C'est difficile pour lui de pousser un petit peu plus. Mais il est prêt à réessayer. Ça lui prend juste un petit peu plus d'informations pour ne pas abandonner.

L'enseignante constate que Pierre manifeste son engagement cognitif dans l'apprentissage des mathématiques. Elle donne l'exemple des devoirs qui sont toujours faits correctement. De plus, l'élève ne se contente pas d'un apprentissage « par cœur » lorsqu'il aborde une nouvelle notion mathématique. Il démontre d'ailleurs généralement une bonne compréhension des notions vues en classe. Il peut réutiliser ses apprentissages

dans des situations inédites. Voici comment s'exprime madame Dion au sujet de l'engagement cognitif de Pierre :

Lui, en math, ce n'est pas du « par cœur ». Il est capable de faire un lien avec ce qui a été vu avant. Par exemple, on a vu Pythagore au début de l'année, puis trois semaines après on a commencé l'aire des solides. On a parlé du cône, on cherchait l'apothème à partir de la hauteur et du rayon. Pierre était l'un des premiers à lever la main et à dire : "On va se servir de Pythagore". Il était capable d'aller chercher la notion qu'on avait vue avant.

En somme, nous retenons que, aux yeux de son enseignante, Pierre est relativement persévérant et qu'il est engagé cognitivement lorsqu'il apprend les mathématiques.

2.1.3. Comparaison entre les propos de Pierre et de son enseignante

Selon les informations recueillies lors des entrevues initiales avec Pierre et son enseignante de mathématiques respectivement, nous constatons une légère différence en ce qui concerne les buts scolaires de Pierre. Les propos de l'enseignante indiquent qu'elle perçoit un important but de maîtrise chez son élève qui, de son côté, poursuit plutôt un but de maîtrise combiné à un but de performance. Les perceptions de madame Dion ne sont toutefois pas totalement distinctes des affirmations de son élève, ni en contradiction avec celles-ci. Notons par ailleurs que l'analyse des deux entrevues n'a pas permis de mettre en évidence un but d'évitement chez Pierre, ce qui devrait normalement accentuer sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

En ce qui concerne les attributions causales, nous constatons que les propos de Pierre, ainsi que ceux de madame Dion sont semblables. En effet, les deux participants signalent que Pierre exerce un contrôle conscient sur sa réussite en mathématiques. L'élève attribue ce contrôle aux efforts qu'il déploie. Il ajoute que les résultats qui en

découlent l'incitent à poursuivre ses efforts. Le sentiment de compétence exprimé par l'élève est aussi perçu par son enseignante de mathématiques.

Enfin, au sujet des manifestations de la motivation de Pierre pour les mathématiques, nous percevons une légère différence entre ce qu'il exprime et la perception de son enseignante. Pierre affirme que, lorsqu'il rencontre une difficulté, il passe à l'exercice suivant pour revenir à sa difficulté plus tard et s'efforcer de surmonter le problème. Son enseignante, en revanche, affirme que Pierre pose rapidement des questions lorsqu'il rencontre un problème difficile et qu'il semble s'attendre à recevoir de l'aide rapidement plutôt que de persévérer. Cependant, l'enseignante indique que les encouragements sont suffisants pour inciter Pierre à reprendre le travail et à persévérer.

Selon ses dires, Pierre est engagé cognitivement en classe de mathématiques, ce qui est confirmé par son enseignante. Nous observons ainsi une cohérence en ce qui concerne l'engagement cognitif de Pierre pour l'apprentissage des mathématiques.

Les résultats présentés jusqu'ici font suite aux entrevues individuelles menées avec Pierre et son enseignante de mathématiques avant le début de l'activité de programmation informatique à laquelle l'élève a participé. Nous poursuivons avec la présentation de l'analyse des données des deux entrevues qui ont eu lieu à la suite de l'activité de programmation.

2.2. Motivation finale pour les mathématiques

Dans cette section, nous présentons les résultats provenant des entrevues tenues après les quinze séances de l'activité de programmation auxquelles Pierre a participé. Nous exposons l'analyse des données d'entrevue avec Pierre et celle des données de l'entrevue avec son enseignante de mathématiques. Nous terminons par la comparaison entre les deux résultats.

Le lecteur pourrait ressentir une impression de redondance en raison du fait que les entretiens avant et après l'activité de programmation informatique sont très similaires. Ces deux ensembles d'entretiens permettent d'établir des portraits distincts de la motivation de Pierre quant à l'apprentissage des mathématiques avant et après la participation de l'élève à l'activité parascolaire de programmation informatique.

2.2.1. Entretien finale avec Pierre

L'entretien final avec le participant a eu lieu au début du mois de mai. Rappelons que les quinze séances de programmation ont eu lieu du début novembre à la fin avril.

2.2.1.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Pierre mentionne que l'apprentissage des mathématiques est important et utile puisqu'il désire se diriger vers une carrière du domaine de l'informatique. Il dit faire des efforts pour réussir ses mathématiques pour atteindre ce but. Voici ses propos à ce sujet :

Ça va sûrement me servir plus tard parce que je vais aller en informatique [...] et pour aller en informatique, il faut des maths. Je trouve que c'est important de réussir parce que présentement, mon idée est de m'en aller là-dedans. Alors je m'efforce de réussir.

De manière plus précise, il affirme que ses connaissances en mathématiques sont utiles parce qu'elles lui permettent de comprendre des informations à propos de l'informatique lorsqu'il consulte des forums de discussions sur Internet. Voici ses propos à ce sujet :

« Je passe beaucoup de temps devant l'ordinateur à essayer de comprendre des choses. Je lis des forums de discussions sur l'informatique et sur la programmation et je comprends parce que je l'ai appris en mathématiques. »

Par ailleurs, Pierre signale qu'il utilise les mathématiques lorsqu'il fait de la programmation, tant au niveau de la logique mathématique que des notions mathématiques elles-mêmes. Il souligne l'apport de ses connaissances en mathématiques et ajoute qu'il a mieux compris les probabilités lorsqu'il a eu à les implémenter dans un programme informatique.

Je trouve que l'ordinateur et la programmation, c'est mathématique. Il faut une base de mathématiques. C'est logique comme les mathématiques. [...] J'ai programmé un jeu de dés. C'est du hasard [comme les probabilités]. En le programmant, je l'ai un peu mieux compris.

En plus de reconnaître l'utilité des mathématiques, Pierre poursuit à la fois un but de performance et un but de maîtrise. Il dit écouter en classe dans le but d'obtenir de bons résultats afin de poursuivre ses études pour accéder à une carrière en informatique. Cependant, il ne se satisfait pas d'un bon résultat à un examen lorsqu'il a le sentiment de ne pas avoir compris entièrement une notion. Pour lui, les résultats sont importants, certes, mais les apprentissages réels le sont tout autant. Voici les propos de Pierre lorsque le chercheur lui demande s'il est satisfait d'un bon résultat à un examen trop facile :

Non. Ben... oui, mais je me dis en dedans de moi que j'aurais peut-être eu une meilleure note si je m'étais forcé. [...] Si l'examen est vraiment trop facile, je vais avoir une bonne note même si je n'ai pas tout compris. Je ne suis pas content dans le fond parce que j'aurais pu mieux comprendre.

Pierre est conscient de sa difficulté à comprendre les notions mathématiques liées aux probabilités. Il dit qu'il obtient des résultats acceptables parce qu'il utilise une stratégie de mémorisation. Il témoigne ainsi de la poursuite d'un but de performance. À cet effet, il souligne :

Ce sont mes notes, mes futures notes qui me motivent à écouter en classe. [...] Pour les probabilités, je suis capable d'avoir de bonnes notes [...],

même si je n'ai pas compris. [...] Je vais juste apprendre par cœur et je n'essaierai pas de comprendre parce que je sais que je ne comprendrai pas plus.

Pierre attribue sa réussite à ses efforts et, s'il vise à bien réussir, c'est pour pouvoir s'inscrire en mathématiques « fortes » en quatrième secondaire. Son but de performance se trouve ainsi au service d'un autre objectif : suivre les cours de mathématiques qui lui ouvriront la porte des études en informatique au collégial ou à l'université. Il explique : « Je me suis plus forcé parce que je voulais vraiment aller en math fortes. Ça m'a donné le "boost" qu'il me fallait. »

Quant au but de maîtrise, l'analyse de l'entrevue finale avec Pierre en montre quelques indices. En effet, il affirme éprouver du plaisir lorsqu'il apprend quelque chose de nouveau. À ce sujet, il explique : « Je suis content quand j'apprends quelque chose de nouveau parce que je sais que c'est une nouvelle matière. Je me dis que je vais me coucher moins niaiseux! »

De plus, pour avoir une bonne compréhension d'une nouvelle théorie, Pierre dit faire tous les exercices demandés par l'enseignante, même si ceux-ci sont facultatifs. Il soutient : « Je vais faire tous les autres numéros et, si j'ai le temps, je vais faire le numéro qu'elle ne voulait pas que je fasse. »

Nous notons l'absence de but de démonstration du fait que Pierre dit ne pas tenter d'afficher ses bons résultats à ses camarades : « Je ne suis pas du genre à me vanter de mes notes! ».

Selon l'analyse de ses propos, rien ne permet d'affirmer que l'élève poursuit des buts d'évitement, c'est-à-dire qu'il ne cherche pas à travailler le moins possible. Lorsqu'il est en classe, il travaille pour apprendre les mathématiques avec entrain.

Enfin, la présence chez Pierre d'une combinaison des buts de maîtrise et de performance, conjuguée à l'absence des buts de démonstration et d'évitement indique une grande motivation à apprendre les mathématiques. De plus, le fait de considérer que les mathématiques sont utiles ajoute à sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques (Viau, 2009).

2.2.1.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'analyse des propos de Pierre lors de l'entrevue finale a permis de découvrir sa perception des causes qui sous-tendent ses réussites ou ses difficultés, ainsi que son sentiment de compétence lorsqu'il est en contexte d'apprentissage des mathématiques. Ces données sont présentées dans les paragraphes qui suivent.

En premier lieu, les attributions causales de Pierre quant à la réussite de ses expériences d'apprentissage en mathématiques se combinent de manière à favoriser sa motivation. L'élève semble exercer consciemment un contrôle sur la qualité de ses apprentissages en déployant les efforts nécessaires pour obtenir des résultats qu'il juge satisfaisants. Cette affirmation ne touche cependant pas toutes les notions du programme. L'élève croit que sa réussite dans le domaine des probabilités relève plus de la chance que de l'effort. À ce sujet, Pierre souligne : « Si je réussis, c'est parce que je fais des efforts. Si j'ai de la difficulté à un examen, c'est souvent un manque d'étude. [...] Quand je suis dans les statistiques, j'étudie et je ne comprends pas. Si je réussis, c'est de la chance. »

Par ailleurs, Pierre révèle qu'il partage la responsabilité de sa réussite avec son enseignante. Cependant, en cas d'échec ou de difficulté, il refuse de blâmer son enseignante. Il attribue plutôt la responsabilité d'une telle situation à un manque d'étude ou à un manque d'efforts de sa part. Ces résultats indiquent que le lieu de contrôle de la qualité des apprentissages de Pierre en mathématiques est interne, avec une faible composante externe. Les propos de l'élève qui suivent illustrent ce résultat :

Dans un sens, si je réussis c'est grâce au prof parce que c'est lui qui m'a appris la matière, mais on a chacun notre part à faire dans ma réussite. [...] Si j'ai un échec, ce n'est pas à cause du prof; c'est plus un manque d'étude.

À un autre moment de l'entrevue, Pierre insiste sur la nécessité des efforts et de leur impact sur la réussite : « Tout le monde dit que je réussis parce que je suis bon, mais moi je pense que non. Si on veut être bon, il faut mettre des efforts. Il faut étudier. C'est comme cela que l'on peut devenir bon. » La cause de réussite des apprentissages mathématiques est donc dynamique puisque l'élève perçoit qu'il peut exercer un pouvoir sur celle-ci.

En bref, selon l'élève, la cause principale de sa réussite est l'effort. Il attribue sa réussite à un facteur dont il est responsable et dont il peut calibrer l'intensité. En effet, l'effort n'est pas un élément statique, mais bien une cause dynamique de la réussite scolaire. Weiner (1992) mentionne que le fait d'attribuer sa réussite ou son échec à une cause dynamique favorise l'implication de l'élève dans ses apprentissages. C'est effectivement ce qui se produit chez Pierre, comme nous le verrons plus loin.

Nous avons vu au chapitre 2 que, selon Bandura (2003), les attributions causales dépendent en partie des expériences passées et que celles-ci influencent les choix de l'apprenant relativement à son investissement scolaire. Lors de l'entrevue finale, Pierre montre qu'il se sent compétent lorsqu'il apprend les mathématiques parce qu'il obtient habituellement des résultats qu'il juge satisfaisants : « Les gens pensent que c'est les math le plus compliqué, mais pas moi. [...] Je trouve que je suis assez bon. Juste la théorie ça me suffit à comprendre. » Cette perception positive incite Pierre à aborder les tâches d'apprentissage subséquentes avec la confiance qu'il peut les réaliser avec succès. Ainsi, les attributions causales de Pierre quant à ses réussites favorisent sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

2.2.1.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des propos de Pierre lors de son entrevue finale révèle qu'il présente trois types de régulation quant à sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques : extrinsèque, mixte et intrinsèque.

En premier lieu, la régulation extrinsèque est présente chez Pierre. Il affirme que le système d'encadrement mis en place par l'enseignante de mathématique l'incite à adopter les comportements attendus en classe pour éviter les conséquences négatives que certaines conduites pourraient entraîner. Il indique cependant que les récompenses offertes par l'enseignante, comme quitter le cours cinq minutes avant les autres, ne l'incitent pas à mieux travailler. À cet effet, il dit : « Je ne travaille pas plus fort pour avoir des récompenses, mais j'essaie d'éviter les punitions le plus possible. »

Par ailleurs, les résultats de Pierre en mathématiques le motivent à écouter en classe. Cela constitue pour lui une forme de récompense. Ce type de motivation est aussi associé à de la régulation extrinsèque. À ce sujet, il affirme : « Je suis content d'avoir un bon résultat parce que c'est la récompense aux efforts que j'ai fournis. »

De plus, Pierre apprécie que l'on soit fier de lui. En effet, il désire que le travail qu'il accomplit en mathématiques plaise aux adultes significatifs pour lui dont ses parents et son enseignante. Voici les propos de Pierre : « Si j'ai une amélioration en telle matière, je pense que mon prof va être fier de moi et j'aime ça qu'on soit fier de moi. »

Ensuite, l'analyse des propos de Pierre permet de dégager des éléments mettant en lumière une régulation mixte de sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques. Rappelons que la régulation mixte est associée au fait que l'élève exécute une tâche dans le but d'atteindre un but secondaire plutôt qu'une récompense immédiate.

Pour Pierre, l'apprentissage des mathématiques est important et ne représente pas une corvée. Il croit qu'il réutilisera ses connaissances et ses compétences dans son futur

travail qu'il situe dans le domaine de l'informatique. Selon lui, ses efforts porteront fruit plus tard. Pour en arriver là, l'élève s'est fixé un but intermédiaire qui est la réussite du cours de mathématiques avancées en quatrième secondaire (séquence *sciences naturelles* du programme de formation de l'école québécoise). Ainsi, lorsqu'on le questionne sur la cause de l'amélioration de ses résultats de mathématiques, il répond : « Je me suis plus forcé parce que je voulais vraiment aller en math fortes. [...] Pour aller en informatique, il faut des math. »

Enfin, l'entrevue finale avec Pierre contient des propos qui montrent chez lui la présence de régulation intrinsèque quant à l'apprentissage des mathématiques. En effet, lorsqu'il répond aux questions d'un examen, Pierre n'est pas satisfait de lui-même s'il constate qu'il ne comprend pas une notion mathématique, et ce, peu importe le résultat qu'il obtient. Cela indique que, pour Pierre, le résultat d'examen est secondaire par rapport à l'intégration de la notion mathématique. Il affirme que « si l'examen est vraiment trop facile, je vais avoir une bonne note même si je n'ai pas tout compris. Je ne suis pas content dans le fond parce que j'aurais pu mieux comprendre. »

Ce besoin de bien comprendre les notions mathématiques est illustré également par le fait qu'il lui arrive de travailler sur des numéros facultatifs en classe. En effet, lorsqu'il a terminé le travail exigé par son enseignante, Pierre résout d'autres problèmes ou des exercices d'enrichissement. Il explique : « Si je finis tous mes numéros avant la fin de la période et qu'il me reste du temps, je vais essayer de comprendre les autres. Si j'ai le temps de commencer un numéro qu'il ne fallait pas que je fasse en classe et que je ne l'ai pas terminé, je vais le continuer à la maison. » Cette attitude de persistance au travail en classe est associée à la régulation intrinsèque.

Dans le même esprit, Pierre aime réussir des « problèmes défi » pour la satisfaction que cela lui procure, mais à condition qu'ils ne surpassent pas ses capacités. Voici un extrait du discours de l'élève à ce sujet : « J'aime travailler sur des choses difficiles et des problèmes défi. Ça dépend [du] niveau de difficulté, [...]mais] j'aime ça me donner des

défis et... réussir. C'est sûr [qu'il y a] des problèmes défi que je ne vais peut-être pas comprendre, mais je vais essayer. »

Enfin, il ressort de l'analyse de ses propos que Pierre aime apprendre quelque chose de nouveau simplement pour le contentement que cette connaissance lui apporte. En effet, comme il le dit, il est fier de lui lorsqu'il « va se coucher moins niais »! Cet élément est associé à la régulation intrinsèque parce que c'est la tâche en elle-même qui est source de motivation.

En somme, l'analyse des propos de l'élève nous incite à affirmer que la régulation extrinsèque et la régulation mixte sont complémentaires à la régulation intrinsèque et ne freinent pas cette dernière. En effet, le désir d'obtenir de bons résultats et le besoin que les adultes significatifs soient fiers de lui, ce qui représente des manifestations de régulation extrinsèque, soutiennent le désir de Pierre de poursuivre des études en mathématiques pour éventuellement devenir un travailleur du domaine de l'informatique, ce qui est un indicateur de motivation mixte. Ces indices de régulation viennent renforcer la régulation intrinsèque de la motivation de Pierre pour les mathématiques.

2.2.1.4. Engagement cognitif et persévérance

Lors de l'entrevue finale avec Pierre, nous avons recueilli des données à propos de trois éléments qui manifestent de la motivation effective de Pierre pour l'apprentissage des mathématiques : l'engagement cognitif et la persévérance.

Pierre affirme qu'il n'est pas porté à abandonner rapidement lorsqu'il se trouve confronté à un exercice ou un problème mathématique difficile. Il utilise plutôt les stratégies de dépannage enseignées en classe. Par exemple, il affirme qu'en situation d'examen, il commence par relire le problème difficile une deuxième fois, qu'il réessaie

de le résoudre et que, si la difficulté persiste, il passe aux problèmes suivants pour y revenir plus tard. Lors d'un cours régulier, il explique qu'il demande de l'aide à ses camarades ou à son enseignante avant de passer aux problèmes suivants. Selon ces affirmations, nous constatons que Pierre est un élève persévérant, sans plus. En effet, il tente de résoudre les problèmes difficiles, mais il semble demander rapidement de l'aide en classe. Par ailleurs, lorsqu'il s'agit d'un examen, il dit « essayer quelque chose ». Voici ses propos à ce sujet :

Quand j'ai de la difficulté pour un problème, j'essaie de le résoudre par moi-même en premier. Si j'ai l'occasion de demander à quelqu'un comme mes parents ou mon prof, je lui demande qu'il m'explique. Sinon, je passe à d'autres problèmes pour y revenir plus tard et essayer quelque chose.

Pierre nous donne plusieurs indices qui témoignent de son engagement cognitif lorsqu'il apprend les mathématiques. En effet, il affirme qu'il ne perd pas son temps en classe. Il consacre tout le temps des périodes de cours de mathématiques à l'apprentissage et aux exercices qu'il doit exécuter. De plus, lorsqu'il a tout terminé, il dit résoudre les problèmes facultatifs. L'élève souligne : « Si j'ai fini tous mes numéros avant la fin de la période et qu'il me reste du temps, je vais essayer les numéros que le prof ne voulait pas que je fasse. »

Par ailleurs, au moment de l'entrevue finale, Pierre affirme qu'il étudie davantage à la maison qu'au début de l'année. Pour obtenir de meilleurs résultats, il étudie une heure d'étude par semaine à la maison. Notons que Pierre distingue le temps d'étude et le temps consacrés aux devoirs obligatoires. Cette information témoigne de l'engagement cognitif de Pierre. Il indique : « J'étudie plus qu'avant parce que je veux avoir des bonnes notes. Je prends peut-être une heure à étudier par semaine. »

Selon les propos de Pierre, les apprentissages de Pierre en mathématiques sont efficaces, ce qui, en plus de l'encourager à continuer, indique qu'il est motivé par l'apprentissage

des mathématiques. En effet, lorsqu'il aborde un nouveau sujet en classe de mathématiques, il tente de réellement comprendre plutôt que d'apprendre la théorie par cœur. Il en découle qu'il obtient des résultats qu'il juge satisfaisants aux examens. Il est capable, par le fait même, d'énumérer plusieurs éléments qu'il a étudié au cours de l'année scolaire. La réussite de ces apprentissages efficaces indique la présence de motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

Je vais étudier, je vais lire la matière jusqu'à ce que je la comprenne. Je trouve qu'en math ce n'est pas vraiment du par cœur. C'est plus de l'étude. En histoire, c'est du par cœur, mais pas en math.

En somme, nous constatons, selon les propos de Pierre, qu'il persévère dans ses apprentissages, mais qu'il devrait demander de l'aide moins rapidement devant une difficulté. De plus, l'élève est très engagé cognitivement, ce qui lui permet de réaliser des apprentissages significatifs.

2.2.2. Entrevue finale avec l'enseignante de Pierre

Les prochaines sections sont consacrées à la présentation de l'analyse des propos de l'enseignante de mathématiques de Pierre au sujet de sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques lors de l'entrevue finale.

2.2.2.1. Buts scolaires

Madame Dion, l'enseignante de mathématiques de Pierre perçoit de lui qu'il aime apprendre les mathématiques simplement pour les connaissances que cela lui apporte. Cela indique un but de maîtrise chez Pierre. L'enseignante explique : « Il a l'air d'aimer la culture générale. Pour tout ce qui est intellectuel, il est bon et il aime apprendre et ça inclut les mathématiques. »

De plus, l'enseignante affirme que Pierre semblait apprécier résoudre les problèmes difficiles qui lui ont été proposés tout au long de l'année. Lorsqu'il validait ses solutions, il obtenait généralement la bonne réponse et il en était satisfait. Ce comportement face aux problèmes facultatifs confirme la présence d'un but de maîtrise des mathématiques chez Pierre. Selon l'enseignante, « il aimait travailler sur des problèmes-défi. Il aimait voir s'il avait la réponse ou pas. D'habitude, c'était correct. »

Par ailleurs, l'enseignante indique que, pour Pierre, il est important d'obtenir de bons résultats. En effet, ce dernier semble déçu s'il ne réussit pas bien un examen. Il le retourne alors pour en cacher le résultat. Il prend les moyens nécessaires pour s'améliorer par la suite. Cependant, Pierre n'est pas extraverti. Lorsqu'il a de bons résultats; il partage son résultat à son voisin, sans plus. Cela nous renseigne sur la présence d'un but de performance et sur l'absence d'un but d'évitement. Le résultat d'examen est important pour lui-même et non pour montrer aux autres qu'il est bon. L'enseignante explique sa perception à ce sujet dans l'extrait d'entrevue suivant :

Il est assez discret. Je ne pense pas qu'il va montrer son résultat aux autres. Peut-être à son voisin, mais je pense que c'est plus sa réussite personnelle à lui qui importe. Il va être content de lui, mais il n'ira pas le crier à personne.

En somme, l'enseignante de Pierre perçoit qu'il poursuit un but de maîtrise jumelé à un but de performance, ce qui est une combinaison favorisant la motivation pour l'apprentissage des mathématiques. Nous n'avons recueilli aucune donnée signifiant la présence d'un but d'évitement chez Pierre.

2.2.2.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'enseignante de mathématiques de Pierre perçoit qu'il se sent compétent lorsqu'il apprend les mathématiques. Cependant, lorsqu'arrive un examen contenant des « petits

problèmes » (compétence disciplinaire 2 en mathématiques), l'élève a obtenu un résultat décevant à plusieurs reprises. Madame Dion perçoit une contradiction chez Pierre qui se sent compétent à apprendre les mathématiques malgré qu'il soit déçu de ses résultats aux examens. Elle explique :

Il se sent compétent, mais il n'est pas capable de le livrer comme il faut selon le résultat que moi je sais qu'il est capable de faire. Ça le déçoit beaucoup. Il y en a qui sont contents avec 75 %, mais lui, il n'est pas content.

La réaction de Pierre à une telle situation nous permet de faire deux constats. Le premier est qu'il ne tient pas son enseignante pour responsable de ces résultats décevants. Au contraire, il lui demande plus d'explications pour mieux comprendre. Le deuxième est qu'il considère posséder une influence sur cette situation puisque son enseignante affirme que Pierre devient plus attentif et qu'il semble travailler davantage. Selon madame Dion, « s'il a des résultats décevants, il va être plus attentif. Il va poser plus de questions rapidement aussi. »

Nous avons questionné l'enseignante à savoir les causes, selon Pierre, de ses réussites et de ses difficultés. Voici sa réponse : « Il travaille, il fait ses exercices, il a un travail constant... toujours s'assurer de comprendre et ensuite se corriger. Voir si ça fonctionne ou pas. » Nous constatons ici que l'effort semble être un facteur de réussite pour l'élève puisqu'il redouble d'efforts devant une difficulté selon madame Dion.

En somme, selon son enseignante Pierre se sent compétent lorsqu'il apprend les mathématiques, mais il arrive qu'il soit déçu de ses résultats, ce qui a parfois pour effet de diminuer son sentiment de compétence. Par ailleurs, il semble que Pierre est conscient du contrôle qu'il peut avoir sur ses résultats en fournissant plus d'efforts lorsqu'il apprend les mathématiques.

2.2.2.3. Engagement cognitif et persévérance

L'enseignante de mathématique souligne plusieurs comportements chez Pierre qui indiquent sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques, notamment en lien avec sa persévérance et son engagement cognitif.

Premièrement, madame Dion affirme que Pierre est un élève persévérant lorsqu'il rencontre une difficulté. Dans ce cas, il demande de l'aide à l'enseignante ou à son coéquipier lorsque cela est possible. Ainsi, il fait preuve de persévérance puisqu'il ne tente pas d'éviter ladite difficulté. Comme seule ombre au tableau, l'enseignante est d'avis que Pierre demande de l'aide trop rapidement. Elle assure toutefois qu'il n'est pas porté à abandonner.

En ce qui concerne les démonstrations d'engagement cognitif de la part de Pierre, l'enseignante affirme que les devoirs demandés sont presque toujours faits, et ce, de manière très satisfaisante. Ce n'est qu'en de rares occasions qu'il y a eu des manquements à ce sujet. Rappelons que Pierre se met rapidement au travail lorsque cela est requis, et ce, pour toute la durée du cours. L'enseignante indique d'ailleurs que Pierre n'a pas l'air aussi pressé que d'autres élèves d'aller à sa pause, mais souligne une légère baisse de motivation chez lui par rapport au début de l'année quant à l'intensité du travail accompli en classe.

Un autre indice d'engagement cognitif de Pierre perçu par son enseignante de mathématiques concerne sa réaction lorsqu'il obtient un résultat décevant à un examen. L'enseignante constate alors que Pierre pose plus de questions et qu'il devient plus attentif plutôt que de fuir la situation.

Par contre, lors d'un examen, Pierre adopte un comportement d'évitement selon l'enseignante. En effet, ce dernier affirme que l'élève semble vouloir se débarrasser de son examen sans même le réviser. L'enseignante ne peut pas déterminer si cette attitude est liée à un excès de confiance ou encore à de l'évitement en lien avec de mauvais

résultats à un examen passé. Nous considérons cela comme un élément neutre au regard de l'engagement cognitif parce que ce comportement se manifeste uniquement lors des examens selon l'enseignante :

Souvent, il ne réussissait pas comme il pensait réussir ses examens. Des fois il oublie des problèmes ou il ne lit pas la question comme il faut. Il fait souvent beaucoup de fautes d'inattention. Il voulait aller trop vite souvent parce qu'il comprend dans la classe, [...] mais dans les examens il n'est pas capable de réussir comme lui il le voudrait. Et ça, ça le déçoit. [...] Il finit très tôt [ses examens]. Je lui demande s'il a refait ses calculs et bien lu ses questions et il a l'air de vouloir se débarrasser de son examen. Ça se peut que ça soit un excès de confiance, peut-être.

Pour ce qui est de l'apprentissage effectif, l'enseignante affirme que Pierre ne se contente pas d'apprendre par cœur une notion mathématique. Il poursuit sa démarche d'apprentissage jusqu'à ce qu'il acquière une solide compréhension de la notion en question. À preuve, l'enseignante indique que Pierre peut facilement réutiliser des connaissances acquises antérieurement dans de nouveaux contextes d'apprentissage.

Nous pouvons constater que, selon l'enseignante, la motivation de Pierre pour les mathématiques se manifeste dans le fait qu'il persévère la plupart du temps, qu'il est engagé cognitivement et qu'il apprend les mathématiques de manière durable.

2.2.3. Comparaison entre les propos de Pierre et de son enseignante

Dans les prochains paragraphes, nous comparons les résultats provenant des entrevues initiales de Pierre et de madame Dion.

L'ensemble des données recueillies concernant les buts scolaires de Pierre en classe de mathématiques sont cohérentes. En effet, l'élève et l'enseignante tiennent des propos similaires témoignant du fait que Pierre poursuit une combinaison de buts de maîtrise et de performance ainsi que l'absence des buts de démonstration et d'évitement. Il s'agit de

la combinaison idéale au regard de la motivation scolaire, ici appliquée en classe de mathématiques.

Au sujet des attributions causales, les propos de Pierre et de son enseignante de mathématiques concordent et indiquent qu'il éprouve un sentiment de contrôle sur ses apprentissages. Cependant, quelques distinctions sont présentes. En effet, Pierre perçoit que la plus grande part de responsabilité au regard de ses apprentissages lui revient et qu'il doit faire les efforts pour y arriver, mais que cela serait impossible sans l'apport de son enseignante. Selon ses propos, il se sent compétent lorsqu'il apprend les mathématiques parce qu'il comprend rapidement les notions et qu'il obtient de bons résultats. Il éprouve cependant plus de difficulté lorsque l'apprentissage concerne les probabilités.

L'enseignante indique que Pierre se sent compétent lors de ses apprentissages, mais qu'il est souvent déçu parce qu'il obtient des résultats qui avoisinent les 75 %. À ce moment, l'enseignante indique que Pierre devient plus attentif et qu'il semble travailler plus fort.

Malgré ces légères nuances entre les propos de Pierre et de son enseignante de mathématiques, nous considérons que Pierre se sent compétent lorsqu'il apprend les mathématiques et qu'il perçoit clairement sa part de responsabilité à cet égard.

Enfin, au sujet des manifestations de la motivation, les données obtenues sont cohérentes du fait que Pierre et son enseignante expliquent sensiblement de la même manière la réaction de l'élève face à une difficulté. Le même constat est présent au regard de l'apprentissage effectif : Pierre comprend réellement les notions mathématiques plutôt qu'il ne tente de les apprendre par cœur. L'élève et l'enseignante sont d'accord sur ce point.

2.3. Évolution de la motivation de Pierre pour les mathématiques

Après avoir analysé la motivation de Pierre pour l'apprentissage des mathématiques, avant et après sa participation à l'activité de programmation informatique, nous sommes en mesure d'énoncer quelques constats. Certaines composantes de la dynamique motivationnelle de l'élève ont subi des transformations et d'autres sont restées stables. Nous comparons ainsi la dynamique motivationnelle initiale à la dynamique motivationnelle finale. Comme les résultats présentés précédemment proviennent à la fois des propos de Pierre et de ceux de son enseignante, les affirmations suivantes au sujet de l'évolution de la motivation de Pierre pour les mathématiques s'appuient sur les propos qui se recoupent seulement.

2.3.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

La perception de Pierre quant à l'utilité de l'apprentissage des mathématiques est très positive tant lors de l'entrevue initiale que finale.

Nous notons certains changements à propos des buts scolaires. Lors de la première entrevue, Pierre adoptait une combinaison de buts d'apprentissage et de performance. Toutefois, lors de la deuxième entrevue, ces deux buts sont présents avec une plus grande vigueur. En effet, il dit fournir plus d'efforts pour arriver aux résultats qu'il souhaite en mathématiques. Par ailleurs, Pierre affirme qu'il ne se contente pas d'un apprentissage par cœur, sauf en ce qui concerne le domaine des probabilités.

Entre les entrevues initiale et finale, Pierre dit avoir commencé à réfléchir à un choix de carrière qui n'est pas étranger à sa participation à la présente étude. Il affirme que cela le motive davantage à maîtriser les mathématiques : « Ça va sûrement me servir plus tard parce que je vais aller en informatique. [...] Il faut des math et je pense qu'il faut des sciences aussi alors je trouve que c'est important de réussir. [...] Je me force. »

2.3.2. Attributions causales

En comparant les données initiales et finales de l'étude en ce qui concerne les attributions causales de Pierre quant à sa réussite en mathématiques, nous constatons un déplacement de la cause principale de la réussite telle que perçue par Pierre. Lors de l'entrevue initiale, il affirmait que c'était le travail de son enseignante qui était le facteur le plus important de sa réussite. Lors de l'entrevue finale, il affirme que ce sont plutôt les efforts qu'il déploie qui sont à la base de la réussite de ses apprentissages en mathématiques. Il appert donc que, selon sa perception initiale, la cause de réussite était externe et incontrôlable, alors qu'au final, selon les propos de Pierre, la cause de sa réussite est interne et contrôlable. Par ailleurs, il ressort du discours de l'élève qu'il perçoit que ses efforts portent fruit et qu'ils sont beaucoup plus importants que la personne qui lui enseigne.

2.3.3. Régulation des apprentissages

À la lumière des données présentées précédemment, il n'y a pas d'évolution significative des modes de régulation de la motivation de Pierre pour l'apprentissage des mathématiques.

2.3.4. Engagement cognitif et persévérance

Selon les données recueillies, les indicateurs de la motivation montrent une amélioration de la motivation de Pierre pour son cours de mathématiques. En effet, lors de l'entrevue initiale, il disait faire les exercices facultatifs que lui proposait son enseignante. Lors de la deuxième entrevue, il a indiqué faire par lui-même des exercices qui ne lui ont pas été demandés lorsqu'il a terminé ceux que son enseignante lui propose, en plus d'étudier davantage à la maison comparativement au début de l'année scolaire. Cet engagement

cognitif bonifié est signe de l'amélioration de la motivation de l'élève pour cette matière.

2.3.5. En résumé

À partir de l'analyse des résultats ayant trait au cas de Pierre, nous avons qualifié la contribution de chaque composante analysée à la dynamique motivationnelle de l'élève avant et après la participation de l'élève à l'activité parascolaire de programmation informatique. Le résultat de cet exercice se trouve dans le tableau 2.

Tableau 2

Synthèse des résultats pour Pierre

	Avant	Après
Buts d'apprentissage	Maîtrise	Maîtrise Performance
Utilité des mathématiques	Moyenne	Élevée
Attributions causales	Interne Contrôlable	Interne Contrôlable Dynamique
Sentiment de compétence	Moyen	Moyen-élevé
Régulation des apprentissages	Mixte	Mixte
Engagement cognitif	Moyen	Élevé
Persévérance	Moyenne	Moyenne-Élevée

Par la suite, nous avons représenté visuellement ces résultats dans la figure ci-dessous (Figure 5). Pour chaque composante de la dynamique motivationnelle analysée, deux colonnes sont tracées. Les colonnes de gauche (en gris) représentent la dynamique motivationnelle initiale, tandis que les colonnes de droite (en noir) représentent la

dynamique motivationnelle finale. Notons qu'une colonne très haute signifie que la composante correspondante contribue considérablement à la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques. Précisons que la figure 5 et les figures semblables subséquentes permettent de visualiser des données d'origine qualitative. Elles n'ont aucune prétention quantitative. Pour les buts d'apprentissage, la colonne est plus haute si les buts sont associés à la motivation selon les auteurs que nous avons cités. En ordre croissant de contribution à la dynamique motivationnelle, nous trouvons le but d'évitement, de performance, de maîtrise et la combinaison maîtrise-performance. En ce qui concerne les attributions causales, nous avons considéré la classification des causes de réussite ou d'échec perçue par l'élève : des causes internes, contrôlables et dynamiques favorisent davantage la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques et sont représentées par une colonne plus haute. La régulation des apprentissages est représentée selon le type de régulation dominant chez l'élève, et ce, d'après le continuum décrit dans la section 1.2 du chapitre 2. Une régulation interne sera représentée par une colonne plus haute qu'une régulation mixte puisqu'elle favorise davantage la motivation de l'élève. Les autres composantes de la dynamique motivationnelle (utilité des mathématiques, sentiment de compétence, engagement cognitif et persévérance) sont représentées selon l'échelle utilisée dans le tableau précédent : très faible, faible, moyen et élevé.

Dans le cas de Pierre, nous constatons que toutes les composantes de sa dynamique motivationnelle à l'égard de l'apprentissage des mathématiques sont plus hautes après l'activité de programmation informatique qu'avant, à l'exception de la régulation qui est demeurée inchangée.

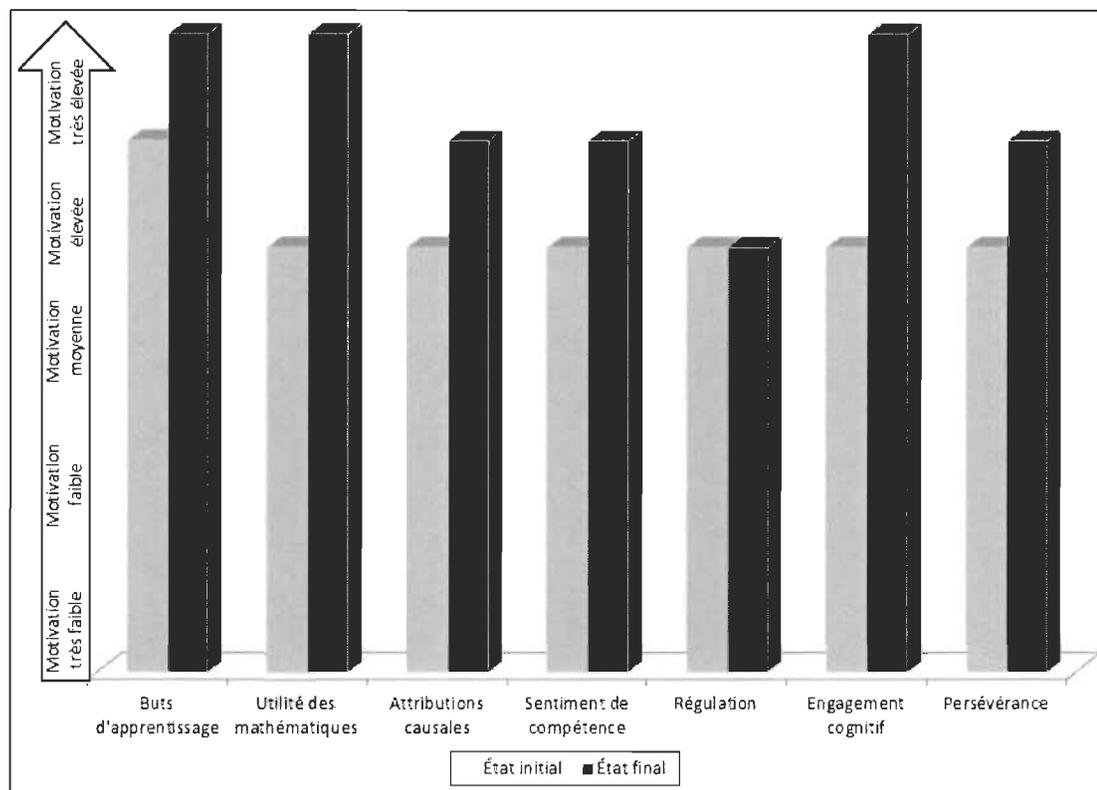


Figure 5. Évolution de la motivation de Pierre pour l'apprentissage des mathématiques.

2.4. Liens entre les mathématiques et la programmation selon Pierre

Le cours de programmation informatique qui a été offert à Pierre dans le cadre de cette étude lui a permis de faire des liens entre cette discipline et son cours de mathématiques. En effet, lors de l'entrevue finale de Pierre, il l'a souligné à plusieurs reprises.

Lorsque le chercheur lui demande s'il perçoit un lien entre les deux disciplines, Pierre répond par l'affirmative en citant comme exemple que le programmeur informatique doit souvent utiliser des nombres pour réaliser son projet. De plus, il affirme que le raisonnement logique qu'il mobilise en classe de mathématiques est le même que celui auquel il a recours lorsqu'il fait de la programmation. Voici ses propos :

Quand tu programmes, c'est des chiffres. [...] Je trouve que l'ordinateur et programmer, c'est mathématique. Il faut une base de mathématiques : c'est logique et les mathématiques aussi c'est logique.

De plus, lors de l'activité de programmation informatique, Pierre a eu l'occasion de créer un jeu de dés relevant du hasard. Il affirme que cela lui a permis de mieux comprendre la notion de probabilité qu'il a pourtant de la difficulté à comprendre au cours de mathématiques. Selon lui, la programmation de ce jeu ne lui a cependant pas permis de surmonter pleinement sa difficulté, mais cette dernière a été atténuée : « je l'ai programmé, et en le programmant, j'ai comme un peu compris, mais c'était du hasard de base, je trouve. » Soulignons que, malgré sa difficulté concernant les probabilités, Pierre perçoit clairement le lien entre le jeu qu'il a programmé et ce qu'il a appris en classe de mathématiques.

Enfin, la participation de Pierre à l'activité de programmation informatique lui a donné le goût de s'intéresser aux métiers et aux professions liées au domaine de l'informatique. Il a effectué des recherches à ce sujet pour constater, par exemple, que pour devenir ingénieur en informatique ou programmeur informatique, la maîtrise des mathématiques est indispensable. Il affirme être davantage motivé pour son cours de mathématiques parce qu'il veut faire carrière en informatique. Il explique : « J'ai plus envie de réussir, de me forcer et d'avoir des bonnes notes en mathématiques parce que, surtout, j'ai aimé ça programmer. Alors je me suis dit que c'est dans l'informatique que je veux aller plus tard, peut-être ingénieur ou programmeur ou juste en soutien informatique. Et pour aller en informatique, il faut que tu aies des math. »

3. Le cas de Keven

Keven est un élève de troisième secondaire inscrit dans une classe TIC de l'école. Dans cette classe, chaque élève possède un ordinateur portable qu'il utilise en classe dans toutes les matières. Il est très enthousiaste par rapport à l'utilisation de l'informatique en classe. Ses résultats scolaires en mathématiques se situent sous la moyenne de son groupe, à la limite de la note de passage. Les données présentées ci-après proviennent d'entrevues portant sur sa motivation pour les mathématiques, ainsi que sur les liens qu'il perçoit entre les mathématiques et la programmation informatique.

3.1. Motivation initiale pour les mathématiques

La présentation de la dynamique motivationnelle initiale de Keven se fera en deux temps. Nous analysons d'abord les propos de l'élève, puis nous poursuivons avec la présentation du discours de madame Dion, l'enseignante de mathématiques de Keven.

3.1.1. Entrevue initiale avec Keven

D'entrée de jeu, Keven affirme ouvertement qu'il n'aime pas les mathématiques : « Je n'aime juste pas les mathématiques ». Pendant l'entrevue, il répète cette idée à plusieurs reprises de différentes façons, par exemple : « Je n'aime pas les profs en math parce que je n'aime pas la matière. »

Les propos recueillis lors de l'entrevue initiale avec Keven sont présentés en quatre sections : 1) les buts d'apprentissage et l'utilité des mathématiques, 2) les attributions causales, 3) la régulation et 4) la persévérance et l'engagement cognitif.

3.1.1.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Keven affirme que l'apprentissage des mathématiques est d'une certaine utilité, tout en remettant ce point de vue en question. En effet, les propos de l'élève révèlent qu'il accepte l'idée de l'utilité des mathématiques que d'autres personnes lui répètent depuis longtemps. Par contre, il n'endosse pas cette idée lui-même. Son opinion personnelle est que l'apprentissage des mathématiques est inutile pour lui.

Selon Keven, le fait d'apprendre les mathématiques lui servira probablement lorsqu'il voudra aider ses enfants à faire leurs devoirs de mathématiques ou encore pour un éventuel emploi. Il explique : « Pour moi, l'algèbre, je trouve que c'est inutile dans le quotidien. C'est sûr que les scientifiques s'en servent sûrement. Je ne le sais pas, mais en tout cas, moi je ne m'en servirai pas tout le temps, de l'algèbre. Je trouve que ça ne sert à rien pour tous les jours. » La perception d'inutilité qu'entretient Keven à l'égard des mathématiques pourrait être démotivante (Viau, 2009).

Selon l'analyse de ses propos, Keven poursuit des buts de performance. En effet, l'élève affirme qu'il tente d'apprendre les notions mathématiques par cœur afin de s'économiser des efforts, lorsque cela est possible. Par exemple, il indique avoir apprécié apprendre la « formule de Pythagore » parce qu'elle est simple à mémoriser et à appliquer. Cela réfère à un but de performance parce que Keven ne s'efforce pas de maîtriser la notion mathématique. Il se contente plutôt d'appliquer une « recette » pour obtenir les meilleurs résultats possibles avec un minimum d'effort et de compréhension. D'ailleurs, lorsqu'il réussit à appliquer une formule mathématique, il a de la difficulté à réutiliser cette même formule en l'adaptant à de nouveaux contextes, ce qui montre qu'il ne maîtrise pas la notion mathématique, ce qui confirme le but de performance. Keven indique à ce sujet qu'une « fois la formule algébrique apprise par cœur, je ne sais pas comment la modifier si elle ne fonctionne pas dans le problème »

De plus, s'il obtient un résultat au-delà de la note de passage, Keven se réjouit, et cela, même lorsqu'il a conscience du peu d'effort fourni ou qu'il n'a pas tout à fait compris la

théorie. Pour lui, c'est le résultat qui compte. À ce sujet, il explique : « Peu importe [la raison], j'ai une bonne note : je suis content! » Aussi, le critère principal indiquant à Keven qu'il est prêt pour un examen est son taux de réussite des exercices qu'il fait en classe : « En haut de 70, je suis correct! » Notons qu'il ne reprend pas les exercices manqués ou incompris.

Keven poursuit aussi un but d'évitement caractérisé par une attitude négative face au travail mathématique en classe. Le sentiment de découragement qu'il ressent lorsqu'il regarde la liste des exercices à faire en est un exemple. Cela le conduit à perdre son temps en parlant avec ses camarades au lieu de travailler. D'ailleurs, Keven affirme qu'il lui arrive de faire semblant de travailler pour éviter de se faire réprimander. De plus, lors d'une période d'exercices, il ferme ses cahiers longtemps avant la fin de la période de cours et il attend de pouvoir sortir de la classe. À ce sujet, Keven explique : « Ça m'arrive de faire semblant de travailler en math quand je ne comprends vraiment rien. Des fois, ça ne me tente juste pas. Je ne fais pas ce qui est demandé. [...Quand la cloche sonne la fin du cours,] je me dépêche et je m'en vais. »

Un autre comportement de Keven témoigne du but d'évitement de l'élève à l'égard des mathématiques. Keven affirme qu'il fait rarement ses devoirs malgré les réprimandes de son enseignante. De plus, l'élève dit qu'il étudie ses mathématiques seulement une quinzaine de minutes par semaine.

Enfin, Keven dit qu'il se sent soulagé si son enseignante lui permet de ne pas faire un exercice. Nous comprenons que les problèmes représentant un défi pour des élèves de son groupe ne le stimulent pas : il évite de s'y attaquer. Voici les propos de l'élève à ce sujet : « Si la prof dit de laisser tomber un numéro, ça fait mon affaire. Je suis content! [...] Les défis en bonus, moi, je ne les fais juste pas. »

L'analyse des propos de Keven lors l'entrevue avant le début de l'apprentissage de la programmation informatique montre qu'il poursuit à la fois un but de performance (résultats scolaires) et un but d'évitement. Notons l'absence du but de maîtrise.

3.1.1.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'analyse du discours de Keven lors de l'entrevue initiale est révélatrice de son faible sentiment de compétence et des causes qu'il attribue à ses réussites et à ses échecs en classe de mathématiques.

Keven ne se sent pas compétent en mathématiques. Il indique qu'il a de la difficulté à apprendre les mathématiques, et ce, depuis le primaire. Il explique qu'il a de la difficulté à mémoriser les formules de géométrie. À propos de ses apprentissages en mathématiques au secondaire, il dit : « Ça ne se passe pas vraiment bien. Il a fallu que je fasse des récupérations l'année passée. [...] J'ai de la misère, alors il faudrait tout le temps que je travaille plus. » En fait, les propos de l'élève montrent son sentiment d'incompétence en ce qui a trait à l'apprentissage des mathématiques.

Par ailleurs, Keven mentionne qu'il a récemment appris par cœur le théorème de Pythagore. Cela lui donne confiance en ses capacités. Il explique : « Les formules, je suis content de les apprendre et de les mémoriser comme il faut. Les formules comme Pythagore, [...] je trouve ça l'fun de les apprendre. Ça reste dans ma tête pour l'examen. J'ai été capable; j'ai eu tout bon et j'étais content! ». Malgré cette déclaration sur sa capacité à mémoriser le théorème de Pythagore, il ressort que le sentiment d'incompétence en mathématiques reste dominant tout au long de l'entrevue initiale avec Keven. Le sentiment de compétence est ponctuel et ne résiste pas aux échecs subséquents; il demeure donc éphémère. Le sentiment d'incompétence demeure dominant.

En ce qui concerne ses affirmations sur les causes de ses réussites et de ses échecs en mathématiques, le discours de Keven lors de l'entrevue initiale contient plusieurs références au rôle de l'enseignant. D'autres éléments, secondaires selon le discours de Keven, jouent aussi un rôle : le stress qu'il ressent et les efforts qu'il déploie.

L'élève indique que les enseignants ont un impact significatif sur ses réussites et ses difficultés en mathématiques. En effet, il affirme que le style de ses enseignants de première et deuxième secondaire ne lui convenait pas. Il explique : « [l'enseignant(e)] n'enseignait pas super bien et ça m'a vraiment rabaissé. Je n'ai pas été capable de comprendre parce que, au début des cours, [...on placotait de choses inutiles...] et ça me dérangeait. Je n'écoutais plus et je ne voulais plus commencer à travailler. Ça m'a retardé dans mes apprentissages. »

Par contre, lorsqu'il parle de l'année scolaire en cours, Keven signale que l'enseignante lui permet de faire des apprentissages significatifs. Il explique : « J'aime sa manière d'enseigner. Elle est capable de nous expliquer comme il faut et elle est capable de nous épauler. Quand je pose des questions, elle m'aide beaucoup. [...] J'aime bien ça qu'elle m'apprenne des choses. » Pour l'élève, le facteur le plus important de ses apprentissages est la présence de son enseignante. Cette cause de réussite ou d'échec est externe et incontrôlable.

Alors qu'il explique ses réussites par l'apport de son enseignante, Keven attribue ses difficultés en mathématiques à une cause qui relève de lui seul : son manque d'efforts. En effet, l'élève affirme : « Si j'ai des échecs, c'est parce que je n'ai pas assez mis d'efforts et si je réussis, c'est grâce au prof. » La cause de ses échecs est donc interne et contrôlable.

Keven perçoit un autre élément pouvant être à l'origine de ses insuccès scolaires en mathématiques : le stress qu'il ressent lors des examens. Il mentionne qu'il lui arrive de

ne pas performer à la hauteur de sa compréhension de la matière à cause du stress. Il ajoute qu'il prend une médication pour contrôler ce problème.

En résumé, Keven se sent incompetent lorsqu'il apprend les mathématiques. Il attribue principalement ses réussites au travail de son enseignante, une cause externe et incontrôlable. Il en va de même au sujet de ses difficultés pour lesquelles il tient ses enseignants de mathématiques antérieurs en partie responsables. Aux yeux de Keven, son manque d'efforts et le stress ressenti pendant les examens représentent des causes internes et partiellement contrôlables de son insuccès.

3.1.1.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des propos de Keven lors de l'entrevue initiale révèle des manifestations de régulation extrinsèque, de régulation mixte et d'amotivation. La régulation intrinsèque n'a pas été détectée.

Régulation extrinsèque. La régulation extrinsèque pour l'apprentissage des mathématiques est présente chez Keven. En effet, l'élève indique que les efforts qu'il déploie, même s'il en déploie peu, servent à atteindre son objectif : obtenir au moins la note de passage. Il prend toutefois la peine de préciser qu'il n'aime pas les mathématiques. Cela illustre une régulation extrinsèque du fait que le travail mathématique qu'il accomplit, à l'encontre de ce qu'il aimerait plutôt faire, lui permet d'obtenir une récompense : la note de passage. L'élève affirme : « J'essaie d'étudier pour réussir, mais je n'aime quand-même pas ça. »

Par ailleurs, les propos de Keven montrent qu'il adopte certains comportements afin de respecter les exigences de son enseignante et ainsi d'éviter les réprimandes. Par exemple, il fait ses devoirs en vitesse pour avoir quelque chose à présenter à son

enseignante lorsqu'elle vérifie le travail accompli. Keven déclare : « Si j'ai un devoir, [...] j'essaie de me dépêcher de finir ».

Enfin, l'analyse du discours de Keven indique une autre manifestation de régulation extrinsèque : il fait semblant de travailler en classe pour ne pas s'attirer les reproches de son enseignante. Il explique : « Des fois je lui pose une question et je fais semblant de travailler. Ça m'évite de forcer sur quelque chose que je ne comprends pas. Tout le monde est content! »

Régulation mixte. Les propos de Keven révèlent un élément de régulation mixte quant à sa motivation à apprendre les mathématiques. Ce type de régulation est lié à un but personnel et lointain, en l'occurrence un futur travail d'adulte. Pour Keven, il est possible que les acquis en mathématiques soient essentiels lorsqu'il devra faire des études qui le mèneront à exercer le métier de son choix. Voici un extrait de son discours à ce sujet : « Moi, je veux être cuisinier. J'imagine qu'il faut avoir des math pour ça. [...] Il y a la cuisine moléculaire, etc. Je trouve quand même important d'apprendre ça pour plus tard; même si je ne fais pas cuisinier, si je décide de faire autre chose, je vais avoir besoin de mes math. C'est surtout dans le but d'avoir une job plus tard. »

Amotivation Nous constatons plusieurs indicateurs d'amotivation chez Keven. L'amotivation se révèle par une attitude passive lors du cours de mathématiques. La caractéristique commune des indicateurs d'amotivation est l'absence de réaction de Keven au système d'émulation mis en place par l'enseignante, qu'il s'agisse de récompenses ou de perte de privilèges. Au cours de son entrevue initiale, il mentionne que madame Dion a commencé à offrir des récompenses pour le groupe d'élèves qui se comporte correctement, mais que cela le laisse indifférent. Voici ses propos à ce sujet : « Les récompenses, ça ne me fait pas travailler plus fort. À chaque mois, on fait une activité. Moi je n'y suis pas allé : ça ne me tentait pas vraiment. »

Les propos de Keven indiquent que les réprimandes peuvent rester sans effet pour lui, par exemple lorsque l'enseignante lui demande de faire un exercice alors qu'il refuse de faire des efforts. L'élève affirme simplement qu'il ne travaille pas plus si l'enseignante menace de le punir. Il reste passif. Keven adopte cette attitude quand il est dépassé par la tâche à réaliser et qu'il perçoit cette difficulté comme étant insurmontable.

En somme, nous retenons que Keven présente une régulation principalement extrinsèque en ce qui concerne sa motivation à apprendre les mathématiques. Ce type de régulation couvre la majorité des situations où il est en contexte d'apprentissage des mathématiques. La régulation mixte est présente de façon secondaire, de même que l'absence de régulation à certaines occasions précises. Notons l'absence de régulation intrinsèque chez Keven.

3.1.1.4. Engagement cognitif et persévérance

L'analyse du discours de Keven à l'entrevue initiale permet de dégager des données en ce qui a trait à l'engagement cognitif et à la persévérance. Même si certaines déclarations de Keven semblent contradictoires, il appert, en considérant l'ensemble de l'entrevue, que l'élève se réfère à des situations différentes et que le contexte de chacune influence ses affirmations.

Keven affirme que, lors des moments d'enseignement magistral portant sur une notion qu'il ne comprend pas, il s'applique à écouter davantage. Il dit demander aux autres de ne pas le déranger parce qu'il veut se concentrer. Il explique : « Quand que je ne comprends pas, mon cerveau se met en marche et si quelqu'un parle à côté de moi, je lui dis d'arrêter. Moi, j'écoute! »

Sur la recommandation de madame Dion, Keven a utilisé le site Internet « Netmaths » pour réviser une notion qu'il a trouvée plus difficile à comprendre. Il indique qu'il en

était satisfait parce que cela lui a permis de réussir les « mini-tests » qui portaient sur la notion. Voici un extrait d'entrevue à ce sujet :

« [La théorie des] ensembles, ça, j'ai eu de la misère. Je suis allé voir sur Netmaths. J'en ai fait, des autotests (ça s'appelle comme ça). J'en ai fait vraiment beaucoup. J'ai été quand même capable de me débrouiller après ça. Il y eu des petits mini-tests où il fallait qu'on [identifie les ensembles] C, Q et Z. J'ai été capable. J'ai eu tout bon. J'étais content. [...] Pratiquer sur Internet, c'était motivant. J'ai appris et j'ai eu une meilleure note! »

D'un autre côté, Keven souligne qu'il n'apprécie pas travailler sur les exercices proposés dans son manuel de mathématiques :

« Je n'aime pas travailler dans le cours de math. Quand j'ai une série d'exercices à faire, je trouve ça décourageant de voir tous les numéros qui sont sur le tableau. J'aime mieux faire les exercices sur mon ordinateur. Je trouve que ça va plus vite. [...] Je n'aime pas écrire sur une feuille de papier. [...] Je n'aime juste pas les maths. »

L'attitude d'évitement de l'élève face aux exercices du manuel représente une marque de désengagement cognitif. Par contre nous constatons que si le travail peut être fait sur l'ordinateur, Keven devient plus persévérant et engagé cognitivement.

Par ailleurs, Keven indique qu'il ne fait pas de travail de mathématiques en dehors de la classe, sauf en de rares occasions. Il fait ses devoirs occasionnellement et il étudie une quinzaine de minutes avant un examen. L'élève manifeste ainsi un manque d'engagement cognitif dans les activités d'apprentissage proposées par l'enseignante.

Il avoue qu'il lui arrive régulièrement de ne pas faire ce qui est demandé et même de déranger les autres qui tentent de se concentrer sur le travail à accomplir. Tel que déjà mentionné, l'élève s'empresse de quitter le local à la fin d'une période. Il mentionne que ses manuels sont souvent rangés bien avant la fin du cours. Ces comportements témoignent du désengagement cognitif de Keven par rapport à l'apprentissage des mathématiques.

De plus, Keven dit que, lorsqu'il est en classe, il ne « s'éternise » pas sur un exercice qu'il juge difficile sans demander d'aide. Ainsi, il manque de persévérance et montre encore ici son désengagement cognitif.

En somme, nous constatons que Keven n'est généralement pas engagé cognitivement du fait qu'il esquive souvent les tâches exigées par l'enseignante, à la fois les exercices et les devoirs. L'élève manque de persévérance lorsqu'il travaille sur des exercices difficiles : il abandonne plutôt que de demander de l'aide ou de recommencer différemment. La situation change lorsque Keven a la possibilité de travailler sur l'ordinateur ou sur Internet. Dans ce cas, il persévère davantage et parvient à réussir ses activités.

3.1.2. Entrevue initiale avec l'enseignante de Keven

Lors de l'entrevue initiale, madame Dion, l'enseignante de Keven décrit celui-ci de manière générale comme un élève qui n'aime pas les mathématiques. Selon elle, l'élève adopte conséquemment des comportements ne favorisant pas les apprentissages. Voici ses propos :

C'est un élève qui dit ouvertement qu'il n'aime pas les math et les sciences. Lui, ce qu'il aime, c'est le français et l'histoire. Dans la classe, il est souvent déconcentré : il a de la difficulté à suivre, il n'est pas motivé à faire ses exercices. Ça lui prend beaucoup de temps pour faire ses exercices et même pour se mettre au travail. Par contre, il est toujours de bonne humeur.

Dans les sections suivantes, nous présentons l'analyse des données collectées auprès de l'enseignante lors de l'entrevue qui a eu lieu avant que ne débute l'activité de programmation informatique à laquelle Keven a participé.

Nous verrons les perceptions de l'enseignante quant à la motivation de Keven pour l'apprentissage des mathématiques. Nous subdivisons les résultats en quatre parties : 1) les buts scolaires et l'utilité des mathématiques, 2) attributions causales et sentiment de compétence, 3) la régulation des apprentissages et 4) la persévérance et l'engagement cognitif.

3.1.2.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Selon l'enseignante de mathématiques, Keven n'arrive pas à concevoir l'utilité des notions mathématiques, et ce, malgré les conseils des adultes gravitant autour de lui. Elle explique : « je pense qu'il sait que c'est une matière de base et qu'il doit réussir, mais au niveau de l'utilité, non. [...] Il ne voit pas l'importance des math dans d'autres domaines. »

À propos des buts d'apprentissage des mathématiques chez Keven, le discours de l'enseignante est catégorique. En effet, l'analyse de l'entrevue montre qu'elle perçoit uniquement un but d'évitement chez l'élève.

Pour illustrer sa perception, l'enseignante affirme que Keven ne termine pas ses devoirs correctement et qu'il ne vise que la note de passage. Elle indique aussi qu'elle doit souvent l'encadrer pour s'assurer qu'il travaille en classe. Par exemple, elle doit lui dire de sortir son crayon, d'ouvrir ses cahiers, etc.

L'enseignante souligne de plus que Keven évite l'effort en classe : « Il lui arrive de faire semblant de travailler. Par exemple, j'avais demandé de faire des exercices et, après dix ou quinze minutes, [...] il avait l'apparence d'un élève qui travaille parce qu'il avait ses livres ouverts. Je suis allée le voir et il n'avait rien fait encore. Qu'est-ce qu'il a fait pendant ce temps-là? Je ne le sais pas! »

À un autre moment de l'entrevue initiale, l'enseignante donne son interprétation personnelle de l'attitude de Keven en classe de mathématiques. « On dirait qu'il va abandonner avant de vivre l'échec. [...] Il aime mieux ne pas fournir l'effort parce qu'il va arriver au même résultat. »

Nous retenons du discours de l'enseignante de Keven que l'élève ne comprend pas l'utilité de l'apprentissage des mathématiques et qu'il poursuit un but d'évitement.

3.1.2.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'enseignante de mathématiques de Keven perçoit chez l'élève un très faible sentiment de compétence, que l'on pourrait même qualifier de sentiment d'incompétence. En effet, à deux reprises, l'enseignante affirme que l'élève est conscient de ses difficultés en mathématiques et que cela affecte ses attitudes. Voici ses propos à ce sujet : « Il sait qu'il n'est pas bon, donc il va se dire que, de toute façon, s'il fait un effort, il ne va probablement pas réussir. »

En ce qui concerne les attributions causales de Keven en mathématiques, l'analyse du discours initial de madame Dion ne permet pas de déceler clairement sa perception à ce sujet. Dans l'extrait d'entrevue suivant, nous déduisons que, pour elle, Keven attribue ses échecs à son manque de talent en mathématiques. Elle indique : « Je pense que c'est parce que les autres années, en mathématiques, il était soit en échec ou sur le bord de l'être; donc, dans sa tête, c'est ancré de même. » Attribuer ses échecs à son manque d'aptitudes personnelles correspond chez un élève à une cause interne, stable et incontrôlable. Cette attribution causale peut affecter négativement la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques.

3.1.2.3. Régulation des apprentissages

L'enseignante de mathématiques de Keven perçoit chez l'élève des manifestations de régulation extrinsèque ainsi que de l'amotivation.

D'abord, en ce qui concerne la motivation extrinsèque, l'enseignante affirme que Keven fait tout juste ce qu'il faut pour atteindre la note de passage. De plus, pour éviter d'avoir trop de remontrances et de punitions, il termine ses devoirs sans toutefois s'appliquer. Plus précisément, selon l'enseignante, il écrit *quelque chose* dans son cahier d'exercices, mais la qualité du travail accompli reste douteuse. Voici les propos de madame Dion à ce sujet : « Il va faire son devoir. Je ne sais pas s'il le fait à la pause juste avant le cours, mais des fois c'est fait. Tu vois que c'est fait rapidement. Ce n'est pas toujours bien fait. »

D'autres éléments exprimés par madame Dion montrent l'amotivation de l'élève. En effet, malgré que ce dernier effectue parfois les exercices d'un devoir, il arrive aussi que le système d'encadrement demeure inefficace et que Keven ne complète pas ses devoirs à la maison. L'enseignante explique : « Je ne pense pas que le système de récompenses et de punitions l'incite à travailler plus fort. Il a déjà eu plus d'une réprimande pour un devoir non fait. Il a déjà été exclu de la classe et envoyé au local de retrait. Il s'est rendu jusque-là pour un devoir non fait. On aurait dit que faire le devoir c'était pire que les conséquences. »

3.1.2.4. Engagement cognitif et persévérance

Les propos de l'enseignante de mathématiques de Keven lors de l'entrevue initiale indiquent que ce dernier manque de persévérance dans l'exécution des tâches proposées et qu'il n'est généralement pas engagé cognitivement.

Le manque d'engagement cognitif est mis en lumière par les comportements de l'élève en classe. En effet, Keven démontre de la joie lorsqu'il obtient la permission de ne pas exécuter un exercice. L'enseignante interprète cette attitude de l'élève comme une forme de rejet du travail en mathématiques parce que la matière l'intéresse peu. D'ailleurs, il ne fait que le minimum requis et même moins. Madame Dion signale qu'il n'essaie pas d'approfondir sa compréhension des notions enseignées. De plus, elle doit insister auprès de Keven plus qu'auprès des autres élèves du groupe pour qu'il se mette à la tâche. Elle précise : « Il va toujours faire le minimum. Il faut que je retourne souvent à son bureau pour lui dire de commencer à faire les exercices. Il dit : "Oui, oui, ça sera pas long, je sors mon crayon." C'est long [avant qu'il] se mette au travail. »

À un autre moment de l'entrevue, madame Dion affirme ce qui suit : « Il est souvent déconcentré. Il a de la difficulté à suivre. [Il n'est] pas motivé à faire ses exercices. » Nous constatons ici que l'enseignante insiste sur les faits qui illustrent le manque d'engagement cognitif de Keven.

Quant au manque de persévérance de Keven, il est clairement révélé par ses comportements lorsque le groupe est en période d'exercices. Voici un extrait des propos de l'enseignante à ce sujet : « Dès qu'il rencontre une difficulté, il va sauter à l'autre exercice. Je pense qu'il va attendre que je donne la réponse plus tard, au lieu de lever la main pour recevoir des explications et essayer de travailler ensuite. Il se dit : "Je ne le fais pas, elle va me donner la réponse plus tard. J'aurai plus ou moins compris, mais je vais avoir quelque chose d'écrit sur ma feuille." »

3.1.3. Comparaison entre les propos de Keven et de son enseignante

Dans les paragraphes qui suivent, nous comparons les discours de Keven et de son enseignante au sujet de la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques, et ce, avant le début de l'activité parascolaire de programmation informatique.

Nous constatons que les propos des deux participants sont sensiblement les mêmes pour ce qui est de l'utilité des mathématiques ainsi que des buts d'apprentissage de l'élève. En effet, tous deux indiquent que Keven ne voit pas l'utilité de l'apprentissage des mathématiques. De plus, l'analyse des deux entrevues révèle la présence d'un but d'évitement chez l'élève, c'est-à-dire qu'il tente par tous les moyens possibles d'éviter d'entreprendre du travail en mathématiques. L'élève, selon ses dires, poursuit aussi un but de performance, mais l'enseignante ne semble pas le percevoir. Le discours initial des deux participants demeure toutefois concordant dans l'ensemble.

Le sentiment de compétence pour l'apprentissage des mathématiques, déclaré par l'un et perçu par l'autre, est très faible au moment de l'entrevue avec les participants. Selon les données recueillies, le sentiment de compétence est si faible qu'il est plus pertinent de parler d'un sentiment d'incompétence.

En ce qui concerne les attributions causales, nous notons certaines différences entre les données recueillies chez l'élève et chez madame Dion. Pour Keven, ses réussites sont attribuables au travail de son enseignante et ses difficultés sont causées par son manque d'efforts. L'enseignante perçoit les comportements de Keven différemment. Selon elle, Keven attribue ses difficultés à son manque de talent en mathématiques. Nous croyons que ces différences résident dans le fait que les attributions causales sont le propre de l'individu et ont un caractère subjectif. Il est très difficile pour l'enseignante de percevoir à quoi son élève attribue ses échecs et ses succès.

Quant à la régulation de la motivation de Keven, les propos de l'élève et de madame Dion se rejoignent. En effet, les deux participants soulignent la présence d'une régulation qui est principalement extrinsèque avec une légère composante d'amotivation. Nous notons aussi l'absence totale de régulation intrinsèque selon l'analyse des deux entrevues initiales. Par ailleurs, le discours de Keven étant plus précis, une composante de régulation mixte a été décelée.

Enfin, en ce qui concerne l'engagement cognitif et la persévérance de Keven, les deux participants sont encore une fois sur la même longueur d'onde. En effet, l'analyse des deux entrevues montre que l'élève a de la difficulté à maintenir son engagement cognitif et qu'il persévère peu devant les difficultés qui se présentent à lui.

Nous constatons que la majorité des résultats provenant de l'analyse de l'entrevue avec Keven ont été corroborés par l'analyse du discours de madame Dion.

Les résultats présentés jusqu'ici font suite aux entrevues individuelles menées avec Keven et son enseignante de mathématiques avant le début de l'activité de programmation informatique à laquelle l'élève a participé. Nous poursuivons dans les prochaines sections avec la présentation de l'analyse des données des deux entrevues qui ont eu lieu à la suite de l'activité de programmation.

3.2. Motivation finale pour les mathématiques

Dans cette section, nous présentons les résultats provenant des entrevues finales. Nous exposons l'analyse des données d'entrevue avec Keven et celle des données de l'entrevue avec madame Dion. Nous terminons par la comparaison entre les deux ensembles de résultats.

3.2.1. Entrevue finale avec Keven

L'entrevue avec le participant a eu lieu au début du mois de mai. Rappelons que les quinze séances de programmation ont eu lieu du début novembre à la fin avril.

3.2.1.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

L'analyse de l'entrevue finale avec Keven indique qu'il perçoit une certaine utilité à l'apprentissage des mathématiques. En effet, il affirme que les résultats qu'il obtient en mathématiques lui permettront de s'inscrire au cours de mathématiques de quatrième secondaire dans la séquence technico-sciences (TS) et, par la suite, d'avoir la possibilité de devenir webmestre. L'élève affirme d'ailleurs que, pour cette raison, il a amélioré ses comportements en classe. Voici ses propos à ce sujet :

J'écoute plus parce que j'ai l'impression que c'est important les maths.
 [...] Plus tard, je veux aller en TS, parce que je suis obligé d'avoir des TS pour travailler en informatique. Il faut que je me force pour aller en TS.
 [...] Il faut que je continue parce que sinon je ne pourrai pas y aller.

La perception de l'utilité des mathématiques pour Keven est aussi liée à ses buts d'apprentissage. Les propos de Keven cités ci-dessus correspondent à un but de performance. En effet, Keven veut réussir ses mathématiques au plan des résultats au bulletin.

Par ailleurs, l'analyse de l'entrevue indique qu'il poursuit à la fois un but de performance et un but d'évitement dans certaines situations. Notons que le but de performance demeure le plus important des deux.

En ce qui concerne le but de performance, les propos de Keven montrent qu'il tente d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Le fait d'obtenir un excellent résultat sans égard à l'effort déployé est pour lui une source de fierté : « C'est la note qui compte! [...] Ça paraît bien dans mon bulletin, je suis content. »

Pour obtenir des résultats qu'il juge satisfaisants, Keven affirme que sa principale stratégie est d'apprendre par cœur. Lorsque nous le questionnons pour savoir s'il tente parfois de comprendre réellement les notions mathématiques plutôt que de les apprendre par cœur, il répond par la négative. Voici un extrait d'entrevue qui illustre ses propos :

« Quand je suis dans le cours de math, j'essaie d'apprendre la matière par cœur. Ça va plus vite. » Cette citation illustre pour Keven la poursuite d'un but de performance du fait qu'il cherche le meilleur résultat possible en donnant le moins d'efforts possible.

Les propos de Keven montrent un autre exemple de son but de performance lorsqu'il apprend les mathématiques. En effet, il affirme qu'il ne prend pas tout à fait le temps de se préparer aux examens. Voici ses propos à ce sujet : « Je ne me prépare pas. Parfois, je me sens prêt, ça dépend. C'est sûr, je feuillette un peu mon cahier de notes, mais vaguement, juste pour regarder mes affaires. [...] Je prends un gros maximum de dix minutes et seulement avant l'examen; pas tous les jours. »

En somme, nous retenons que Keven poursuit principalement des buts de performance en ce qui concerne l'apprentissage des mathématiques. Le but de maîtrise demeure absent de notre analyse des propos de l'élève.

3.2.1.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'analyse du discours de Keven lors de l'entrevue finale révèle son sentiment de compétence, ainsi que les causes qu'il attribue à ses réussites et ses échecs en mathématiques.

Nous constatons, au moment de l'entrevue finale, que Keven est en plein développement d'un sentiment de compétence par rapport à l'apprentissage des mathématiques. En effet, l'élève discute de ses difficultés d'apprentissage, tout en affirmant qu'il ressent une amélioration de ses capacités, ce qui l'encourage. Il se reconnaît capable d'apprendre les mathématiques et capable de s'améliorer. À plusieurs reprises pendant l'entrevue, nous avons décelé des indices de son sentiment de compétence : « Mes notes montent parce que j'écoute plus. [...] Je suis content d'arriver en classe et de savoir que je comprends. »

Keven donne l'exemple de l'apprentissage de l'algèbre : « J'ai commencé à écouter et ça venait tout seul [...] comme l'algèbre, je pensais que ça serait plus difficile, mais ç'est rentré tout de suite! »

Cet exemple montre aussi qu'il attribue son amélioration à un changement d'attitude en classe : il est davantage attentif. Cette perception est motivante pour lui en raison du contrôle qu'il a le sentiment d'exercer. Il perçoit que son amélioration est due à une cause interne et dynamique, en plus d'avoir du contrôle sur elle.

De plus, Keven attribue la responsabilité de la réussite de ses apprentissages à la fois à son enseignante et à lui-même. Par ailleurs, il croit que ses difficultés reposent sur ses épaules uniquement. En effet, selon l'élève, l'enseignante doit lui enseigner la matière et il lui revient d'être attentif en classe afin de réaliser les apprentissages. Keven explique : « [le rôle du prof] c'est de nous livrer la matière et notre rôle, c'est de l'écouter. Si je réussis, c'est pas mal grâce au prof. [...] Si je réussis bien, c'est que j'ai travaillé pour. »

D'un autre côté, lorsqu'on lui demande quelles sont les causes de ses difficultés, Keven refuse de blâmer son enseignante. Il prend toute la responsabilité de ses difficultés et les explique par un manque d'effort de sa part. Par ailleurs, la chance et le talent ne font pas partie de l'équation à ses yeux. Voici un extrait d'entrevue à ce sujet :

« Quand je ne comprends pas quelque chose en math, c'est parce que je n'ai pas assez écouté. Ce n'est pas à cause du prof. [...] La chance n'a rien à voir là-dedans, ni pour les réussites ou les fois où j'ai des échecs. [...] Quand j'ai de bonnes notes, ce n'est pas une question de talent. Et les échecs non plus! »

Ainsi, en ce qui concerne le sentiment de compétence et les attributions causales, nous constatons que Keven a développé un sentiment de compétence relativement à l'apprentissage des mathématiques et que, pour ce faire, il doit fournir les efforts nécessaires.

3.2.1.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des propos de Keven révèle qu'il présente deux types de régulation de son processus d'apprentissage des mathématiques : régulation extrinsèque et régulation mixte.

L'analyse de l'entrevue fait ressortir un élément de régulation mixte qui illustre sa motivation à apprendre les mathématiques. Il s'agit de la perception de l'importance des mathématiques pour l'accession à un emploi dans le domaine de l'informatique. Cette perception est liée à de la régulation mixte du fait que Keven accepte de fournir des efforts dans le but de s'inscrire dans un programme d'études qui requiert la réussite préalable d'un cours de mathématiques, et ce, en dépit du fait qu'il n'aime pas particulièrement les mathématiques. Voici les propos de Keven à ce sujet :

« J'ai l'impression que c'est important, les maths, parce que je veux aller en TS. Pour mon [futur] travail, je suis obligé de faire TS. [...] Je n'ai pas vraiment l'impression que je fais des maths quand j'écris une page web. [...] Ça doit sûrement être important. [...] Il faut que je le fasse, alors ça ne me dérange pas. Je travaille pour. »

L'analyse des propos de Keven montre que sa motivation est aussi soutenue par la régulation extrinsèque quand il a à exécuter les tâches proposées par son enseignante de mathématiques.

Pour Keven, l'opinion que l'enseignante a de lui est importante. En effet, l'élève est fier de lui quand celle-ci est satisfaite de son travail et qu'elle le lui démontre. Cela l'incite à exécuter le travail exigé. Au sujet de son enseignante, il déclare : « C'est l'un quand quelqu'un est fier de toi ! ». Cette source de motivation est aussi valable en ce qui concerne les parents de l'élève. En effet, l'élève affirme que ses parents l'encouragent à persévérer dans ses apprentissages, particulièrement lorsqu'il obtient de bons résultats en mathématiques.

Les résultats en mathématiques sont aussi une source de motivation extrinsèque pour Keven. Selon l'analyse de ses propos, il s'efforce de maximiser ses résultats en adoptant les comportements requis, même s'il n'apprécie pas étudier les mathématiques. Il complète davantage ses devoirs qu'en début d'année et il écoute en classe pour continuer d'améliorer ses résultats. Dans l'extrait qui suit, Keven en explique l'importance : « Une bonne note, c'est une récompense à mon travail parce que ça paraît bien dans mon bulletin et je suis content! »

L'analyse des données de l'entrevue finale montre également que, à l'égard du système d'émulation adopté par l'enseignante, l'élève reste impassible. Keven affirme que le système de récompenses et de punitions mis en place en classe de mathématiques ne l'incite pas à mieux travailler. L'élève indique simplement que « ça ne change rien » pour lui.

À la lumière de ce qui précède, la motivation de Keven pour l'apprentissage des mathématiques est soutenue par de la régulation mixte et de la régulation extrinsèque. En effet, son but premier est de faire carrière dans le domaine de l'informatique (régulation mixte) et, pour atteindre cet objectif, les résultats obtenus sont importants (régulation extrinsèque). De même et dans une moindre mesure, le désir de plaire à son enseignante et à ses proches par le biais des résultats scolaires indique de la régulation extrinsèque.

Au final, nous retenons que la régulation de Keven pour l'apprentissage des mathématiques est principalement mixte puisqu'elle provoque l'apparition de la motivation extrinsèque dans sa composante liée aux résultats obtenus aux examens. Notons que les indicateurs d'amotivation ne sont pas significatifs.

3.2.1.4. Engagement cognitif et persévérance

L'analyse de l'entrevue finale met en évidence certaines caractéristiques de la motivation de Keven pour l'apprentissage des mathématiques en ce qui concerne l'engagement cognitif et la persévérance démontrés en situation d'apprentissage. Voici nos constats.

Keven laisse paraître une certaine inconstance en ce qui concerne sa persévérance face à une difficulté. En effet, le discours de l'élève indique qu'il persévère dans certaines situations alors qu'il abandonne en d'autres circonstances. Par exemple, Keven pose des questions et demande d'utiliser le service d'aide pédagogique en mathématiques lorsqu'il a de la difficulté à comprendre une notion. D'un autre côté, il affirme qu'il hésite avant de poser une question lorsqu'il ne comprend pas les explications données par l'enseignante. Il dit : « Je ne pose pas souvent de questions, mais quand ça m'énerve de ne pas comprendre, là, je lève ma main. »

Nous constatons de plus que Keven croit que sa persévérance au travail en mathématique aura des incidences positives. En effet, il croit pouvoir réussir en persévérant même s'il considère que ça peut être long. Voici les propos de l'élève à ce sujet : « C'est sûr que si j'ai une difficulté et que je travaille encore et encore je peux réussir. Ça peut prendre du temps, mais oui, je peux réussir. »

Par ailleurs, pour Keven le temps a une certaine limite. Il affirme qu'il existe un moment où il est plus avantageux d'abandonner que de persévérer. Il explique : « Si je ne comprends pas au bout d'un bon bout de temps, c'est sûr que je vais abandonner. À un moment donné, c'est plate! » Cela révèle que Keven veut persévérer dans ses apprentissages en mathématiques et que cette même attitude semble être fragile et influencée par d'autres facteurs comme la réussite effective par rapport au temps investi.

En ce qui concerne l'engagement cognitif de Keven, l'analyse des données révèle qu'il croit pouvoir comprendre les mathématiques en écoutant attentivement les explications

des enseignants. Keven explique : « J'ai commencé à écouter et ça venait tout seul. [...] Je comprends mieux [qu'avant]. » Ainsi, ses comportements semblent appropriés et cela peut favoriser l'engagement cognitif.

Un autre indice d'engagement cognitif est souligné par Keven. Il lui est déjà arrivé de faire semblant de travailler en classe pour éviter les conflits avec son enseignante. Du même souffle, Keven dit qu'il n'a pas répété ce comportement récemment ayant compris l'importance de l'apprentissage des mathématiques : « Ça m'est déjà arrivé [de faire semblant de travailler]. Pas récemment, parce que je sais que c'est important, mais ça m'est déjà arrivé. »

Nous reconnaissons l'engagement cognitif de Keven en classe de mathématiques. Toutefois, nous décelons un indice de désengagement cognitif chez lui. En effet, ce dernier affirme qu'il ferme ses livres plusieurs minutes avant la fin du cours, et ce, de façon régulière. Voici les propos de l'élève à ce sujet : « Quand la cloche sonne à la fin du cours et que j'ai encore des livres ouverts, je les ferme et je m'en vais. [...] Je ne me dépêche pas nécessairement, mais d'habitude je les ferme avant que ça sonne. »

Nous reconnaissons que Keven est généralement engagé cognitivement en classe de mathématiques. Il démontre aussi de la persévérance lorsqu'il est confiant en sa capacité de réussir un apprentissage.

3.2.2. Entrevue finale avec l'enseignante de Keven

Dans les paragraphes suivants, nous exposons les points saillants de l'analyse des propos de madame Dion en ce qui concerne sa perception de la motivation de ce dernier pour l'apprentissage des mathématiques. L'entrevue a été menée après les 15 séances de l'activité de programmation informatique à laquelle Keven a participé.

3.2.2.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Selon les propos de l'enseignante de mathématiques de Keven, l'élève poursuit à la fois des buts de maîtrise, de performance et d'évitement dans son processus d'apprentissage des mathématiques.

Premièrement, madame Dion affirme que Keven poursuit un but de maîtrise puisqu'il essaie de comprendre les notions mathématiques plutôt que de se limiter à les apprendre par cœur. Elle explique : « Il comprend des affaires au lieu d'apprendre par cœur. Il est capable de l'appliquer dans d'autres choses. »

En deuxième lieu, le but de performance est présent chez Keven selon les dires de son enseignante. Elle indique que Keven est très content lorsqu'il obtient une bonne note. Elle se rend compte que les résultats obtenus sont très importants pour lui.

Par ailleurs, Keven ne réagit pas de la manière prévue lorsqu'il se voit imposer une réprimande ou une punition pour un devoir non fait. Selon madame Dion, de tels moyens ne produisent pas les effets visés. Pour pallier à cela, elle a mis en place un système de récompenses pour ceux qui complètent leurs devoirs : un bonus à l'examen suivant. À ce moment, Keven fait correctement ses devoirs. Ce comportement peut être associé à un but de performance car il garantit de meilleures notes dans le bulletin.

Également, le but d'évitement est présent chez Keven. Lorsqu'il a une mauvaise note, indique l'enseignante, Keven le mentionne à haute voix sur un ton sarcastique pour que d'autres élèves le sachent. C'est, selon l'enseignante, « pour éviter que quelqu'un lui fasse la remarque, il va le dire d'avance comme pour se protéger. C'est comme s'il banalisait son échec. » De plus, lorsque cela arrive, l'enseignante perçoit que Keven ressent le besoin d'expliquer son échec en disant que, de toute façon, il ne comprenait pas. Elle ajoute : « dès qu'il a un mauvais résultat [...], je sens que là, tout de suite, il décroche facilement. »

Keven adopte plusieurs autres comportements relatifs à un but d'évitement. L'enseignante souligne que, par exemple, l'élève « oublie souvent son matériel. [...] Il traîne tout le temps. Il lui manque sa calculatrice ou quelque chose comme ça. » De plus, au moment de l'apprentissage d'une nouvelle notion, Keven montre son mécontentement, ce qui, selon l'enseignante, révèle que l'élève veut cacher ses difficultés. Elle explique : « s'il voit qu'il ne comprend pas trop la notion, là, il s'écrase. Il n'ose pas venir me le demander. » Enfin, lorsque la fin du cours approche, l'enseignante doit s'assurer que Keven travaille jusqu'à ce qu'il soit autorisé à fermer ses livres. À ce propos, elle dit : « Il a hâte que la cloche sonne. Souvent, on finit la classe par des exercices. Lui, cinq ou dix minutes avant que la cloche sonne, il fermerait ses livres si je ne le surveillais pas. »

En somme, en ce qui concerne les buts d'apprentissage et selon la perception de l'enseignante, l'analyse des données montre que Keven poursuit principalement des buts de performance et d'évitement. Cela signifie que l'élève désire obtenir de bons résultats aux examens de mathématiques et qu'il veut comprendre les notions enseignées tout en travaillant le moins possible.

3.2.2.2. Attributions causales et sentiment de compétence

Voyons maintenant les résultats de l'analyse des propos de madame Dion en ce qui concerne le sentiment de compétence de Keven pour les mathématiques et les causes qu'il attribue à ses succès et ses échecs.

L'enseignante perçoit en certaines circonstances un sentiment de compétence chez son élève, alors qu'en d'autres situations, c'est plutôt l'inverse : elle perçoit que Keven éprouve un sentiment d'incompétence. Il appert que, lorsqu'il se sent compétent, Keven adopte des comportements favorisant sa réussite. Selon l'enseignante, Keven « a réalisé

que, s'il travaille un peu dans la classe, s'il fait ses devoirs et s'il comprend, il peut avoir des bonnes notes. À ce moment-là, il est plus attentif. »

L'enseignante perçoit que, comparativement au début de l'année, Keven se sent plus compétent en mathématiques. En effet, elle a remarqué « qu'il se fait plus confiance qu'avant. Il partait vraiment avec l'idée qu'il n'était pas bon en math et qu'il n'aimait pas les math. [...] Il a acquis une certaine confiance, mais elle est vraiment facile à perdre. Dès qu'il vit un petit échec ou qu'il pense être incapable de faire un exercice, il arrête de travailler. » D'ailleurs, selon l'enseignante, les réussites de Keven constituent le facteur principal de l'amélioration de son sentiment de compétence en mathématiques.

En ce qui concerne les attributions causales, l'analyse des propos de l'enseignante ne révèle rien de significatif. Son sentiment de compétence n'est pas stable, il varie selon ses difficultés et ses résultats.

3.2.2.3. Engagement cognitif et persévérance

L'analyse des propos de madame Dion fait finalement ressortir sa perception de l'engagement cognitif et de la persévérance de l'élève dans un contexte d'apprentissage des mathématiques.

Par rapport à l'engagement cognitif, l'enseignante mentionne que Keven accepte de faire ses devoirs plus facilement qu'en début d'année - sans que cela soit devenu systématique - et que la qualité de ceux-ci est meilleure. Puisque les conséquences négatives associées au fait de négliger ses devoirs ont peu d'influence sur l'élève, nous considérons cette amélioration comme un signe de son engagement cognitif dans l'apprentissage des mathématiques.

Par contre, madame Dion note des comportements inappropriés de l'élève lors des périodes de travail individuel ou collectif. En effet, selon elle, il n'est pas travaillant. Il cherche à faire le moins d'efforts possible. Il semble avoir hâte que le cours se termine. De plus, selon la perception de l'enseignante, il arrive que Keven feigne de travailler ou qu'il travaille très, très lentement. Elle affirme qu'il « fait probablement semblant de travailler. Des fois, je circule et il est rendu à tel numéro et quand je reviens il est au même numéro et il dit "Je travaille. J'essaie de réfléchir". Là, je pose des questions, et là, je vois qu'il n'a pas commencé encore. » Ces comportements soulignés par l'enseignante témoignent du faible niveau d'engagement cognitif chez Keven lorsqu'il est en classe.

Selon ce qui précède, nous constatons que Keven montre des indices d'engagement cognitif à la maison. En effet, l'enseignante indique que, lorsqu'il se trouve à la maison, il complète ses devoirs et il tente de comprendre la matière, ce qui représente un signe d'engagement cognitif. Par contre, en classe, il adopte des comportements opposés : il manque d'entrain et il a une attitude négative face au travail à accomplir, ce qui montre son désengagement cognitif.

En ce qui concerne la persévérance de Keven pour l'apprentissage des mathématiques, l'enseignante parle de son comportement lorsqu'il rencontre une difficulté : « Il ne me pose pas de questions tout de suite. Il va perdre son temps un peu, il va regarder le voisin. Moi, je circule beaucoup dans la classe. Alors, quand je vois qu'il n'a pas l'air de travailler, je vais voir s'il a besoin d'aide. Et là, il va me demander de l'aider. Il ne vient pas tout de suite. Il attend. [...] Quand il voit qu'il ne comprend pas bien la notion, il s'écrase. Il n'ose pas venir me demander des explications. » L'enseignante perçoit donc chez Keven un manque de persévérance à la tâche lorsqu'il est en classe de mathématiques.

3.2.3. Comparaison entre les propos de Keven et de son enseignante

Dans les paragraphes qui suivent, nous comparons l'analyse des propos de Keven et ceux de son enseignante.

En premier lieu, nous constatons que les propos de Keven et ceux de son enseignante à propos des buts scolaires présentent certaines différences tout en n'étant pas contradictoires. La distinction se trouve dans l'ordre d'importance des buts. Les propos de l'élève indiquent principalement un but de performance alors que ceux de l'enseignante montrent des buts de performance et d'évitement selon une intensité équivalente.

En second lieu, les propos des deux participants au sujet du sentiment de compétence de Keven pour l'apprentissage des mathématiques se rejoignent. Keven indique qu'il se sent de plus en plus compétent et qu'il a donc davantage confiance en ses capacités d'apprentissage. Cette amélioration est confirmée par les propos de son enseignante qui abonde dans le même sens.

En ce qui concerne la persévérance de Keven, les deux participants soulignent une amélioration, tout en indiquant que cette persévérance n'est pas constante. L'élève ajoute qu'il perçoit positivement sa persévérance en classe de mathématiques parce qu'elle lui permet de réussir ses apprentissages. Lorsque nous comparons les analyses des propos des participants quant à l'engagement cognitif, nous notons que cet engagement est de plus en plus présent et stable. Alors que certains comportements s'apparentant au manque d'engagement cognitif demeurent, l'élève et l'enseignante affirment d'un commun accord qu'il y a une amélioration par rapport au début de l'année scolaire.

Avec ce qui précède, nous constatons que les propos de Keven et ceux de son enseignante de mathématiques se rejoignent.

3.3. Évolution de la motivation de Keven pour les mathématiques

Après avoir analysé la motivation de Keven pour l'apprentissage des mathématiques, avant et après sa participation à l'activité de programmation informatique, nous sommes en mesure d'énoncer quelques constats. Certaines composantes de la dynamique motivationnelle de l'élève ont subi des transformations et d'autres sont restées stables.

Dans les paragraphes suivants, nous mettons en évidence les comparaisons entre les entrevues finale et initiale avec Keven et avec madame Dion, son enseignante de mathématiques. Nous présentons ces comparaisons selon les composantes motivationnelles du cadre d'analyse de cette recherche : 1) les buts d'apprentissage et l'utilité des mathématiques, 2) les attributions causales et le sentiment de compétence, 3) la régulation des apprentissages et 4) l'engagement cognitif et la persévérance. Comme les résultats présentés précédemment proviennent à la fois des propos de Pierre et de ceux de son enseignante, les affirmations suivantes au sujet de l'évolution de la motivation de Pierre pour les mathématiques s'appuient sur les propos qui se recourent.

Notons que, lors de son entrevue finale, Keven souligne qu'il est davantage motivé par l'apprentissage des mathématiques. Il dit : « j'ai de meilleurs résultats et je veux continuer à avoir les résultats que j'ai. Je me sens plus motivé qu'avant. »

3.3.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Selon l'entrevue finale, la perception de Keven quant à l'utilité de l'apprentissage des mathématiques a changé depuis l'entrevue initiale. Avant le début de l'activité de programmation, l'élève affirmait ouvertement qu'il ne croyait pas en l'utilité des mathématiques, bien que les adultes lui disent le contraire. Son idée s'est modifiée depuis. Lors de l'entrevue finale, il souligne que les mathématiques sont importantes pour lui parce qu'il en aura besoin pour travailler dans le domaine de l'informatique plus tard. Il affirme ce qui suit : « Les mathématiques, c'est utile comme connaissance

générale, c'est sûr! Ça dépend aussi de ce que tu veux faire dans la vie. C'est sûr que pour moi, ça va servir. »

Les buts d'apprentissages relevés chez Keven ont subi une transformation, ce que révèle son discours avant et après sa participation à l'activité de programmation. À l'entrevue initiale, l'élève poursuivait à la fois un but de performance et un but d'évitement. Ce dernier était particulièrement illustré par l'aversion de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques. Lors de l'entrevue finale, la situation était différente : dans ses propos, le but d'évitement est devenu indiscernable. Le changement paraît clairement dans cette affirmation de Keven : « Il m'est déjà arrivé de faire semblant de travailler. Pas récemment parce que je sais que c'est important [de travailler], mais ça m'est déjà arrivé. » Le but de performance est demeuré inchangé et le but de maîtrise est toujours absent chez l'élève.

3.3.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'analyse des données recueillies montre que la perception de Keven quant à sa compétence à apprendre les mathématiques est en mouvance. Avant sa participation à l'activité de programmation, l'élève se sentait incompetent parce qu'il avait de la difficulté à apprendre les mathématiques, et ce, depuis de nombreuses années. Cette perception de lui-même s'est modifiée. À l'entrevue finale, Keven parle de ses difficultés encore présentes tout en se disant meilleur qu'avant. Il indique alors qu'il est capable d'apprendre et de s'améliorer. Pour Keven, le sentiment d'incompétence auparavant ressenti semble s'être transformé en un sentiment de compétence qui se renforce peu à peu.

En ce qui concerne les causes de ses réussites et de ses échecs, les perceptions de l'élève ne sont plus les mêmes. Lors de l'entrevue initiale, Keven affirmait que ses réussites étaient possibles lorsque la matière était bien enseignée. À l'opposé, ses échecs étaient

dus, selon lui, à une combinaison de plusieurs facteurs tels un enseignement de mauvaise qualité, un manque d'effort de sa part et le stress ressenti lors des évaluations.

Après sa participation à l'activité d'apprentissage de la programmation informatique, la perception de Keven quant au rôle de l'enseignante comme cause de réussite ou d'échec a changé. Pour l'élève, un mauvais résultat n'est plus attribuable principalement à la mauvaise qualité de l'enseignement reçu. La principale cause d'un tel événement réside dans l'effort et le travail effectué par l'élève lui-même. Keven perçoit maintenant qu'il a davantage de contrôle, ce qui lui permet d'éviter les échecs.

3.3.3. Régulation des apprentissages

En comparant le discours initial et le discours final de l'élève, nous relevons des différences indiquant une amélioration de la motivation de l'élève. Les indicateurs de l'amotivation se sont atténués de façon significative.

L'analyse des deux entrevues révèle des indices de régulation extrinsèque et de régulation mixte. Une transformation s'est opérée entre les deux d'entrevues de sorte que l'importance relative de ces deux types de régulation est inversée. Avant l'activité de programmation, la régulation extrinsèque était plus importante que la régulation mixte. À la suite de la participation de Keven à l'activité de programmation, la régulation mixte pour l'apprentissage des mathématiques l'emporte sur la régulation extrinsèque.

Bien que la régulation intrinsèque soit toujours absente, le renforcement de la régulation mixte par rapport à la régulation extrinsèque contribue à améliorer la motivation de Keven à l'égard de l'apprentissage des mathématiques.

3.3.4. Engagement cognitif et persévérance

Au cours de sa participation à la présente recherche, l'engagement cognitif et la persévérance de Keven ont progressé de manière significative.

Après sa participation à l'activité de programmation informatique, les propos de Keven montrent qu'il est davantage engagé cognitivement lorsqu'il travaille en classe de mathématiques. Par exemple, il affirme avoir cessé de faire semblant de travailler et avoir adopté une meilleure attitude en classe.

En ce qui concerne sa persévérance, Keven s'est aussi amélioré. Lors de l'entrevue initiale, l'élève dit qu'il est porté à abandonner rapidement devant une difficulté. Il a modifié son discours à la suite de l'apprentissage de la programmation informatique. À ce moment, il souligne que la persévérance peut lui permettre de réussir. Il ajoute cependant qu'il a une limite de tolérance à la difficulté et qu'il peut quand même abandonner après plusieurs essais. Keven est ainsi plus persévérant qu'auparavant et ce changement devrait favoriser sa motivation à l'égard de l'apprentissage des mathématiques.

3.3.5. En résumé

À partir de l'analyse des résultats ayant trait au cas de Keven, nous avons qualifié la contribution de chaque composante analysée à la dynamique motivationnelle de l'élève avant et après la participation de l'élève à l'activité parascolaire de programmation informatique. Le résultat de cet exercice se trouve dans le tableau 3.

Tableau 3

Synthèse des résultats pour Keven

	Avant	Après
Buts d'apprentissage	Performance- éviterment	Performance
Utilité des mathématiques	Très faible	Moyenne
Attributions causales	Interne et externe Incontrôlable	Interne Contrôlable Dynamique
Sentiment de compétence	Faible	Moyen-élevé
Régulation des apprentissages	Externe	Mixte
Engagement cognitif	Très faible	Moyen- faible
Persévérance	Très faible	Moyenne- faible

À partir de l'analyse des résultats ayant trait au cas de Keven, nous avons représenté visuellement l'évolution de la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques dans la figure 6 ci-dessous. Pour chaque composante de la dynamique motivationnelle analysée, deux colonnes sont présentes. La colonne de gauche (en gris) représente l'état initial, tandis que la colonne de droite pour cette même composante (en noir) en représente l'état final. Notons que la hauteur d'une colonne représente la contribution de la composante correspondante à la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques tel que décrit précédemment dans la section 2.3.5.

Dans le cas de Keven, nous constatons que toutes les composantes de sa dynamique motivationnelle à l'égard de l'apprentissage des mathématiques se sont améliorées, et ce, de manière significative.

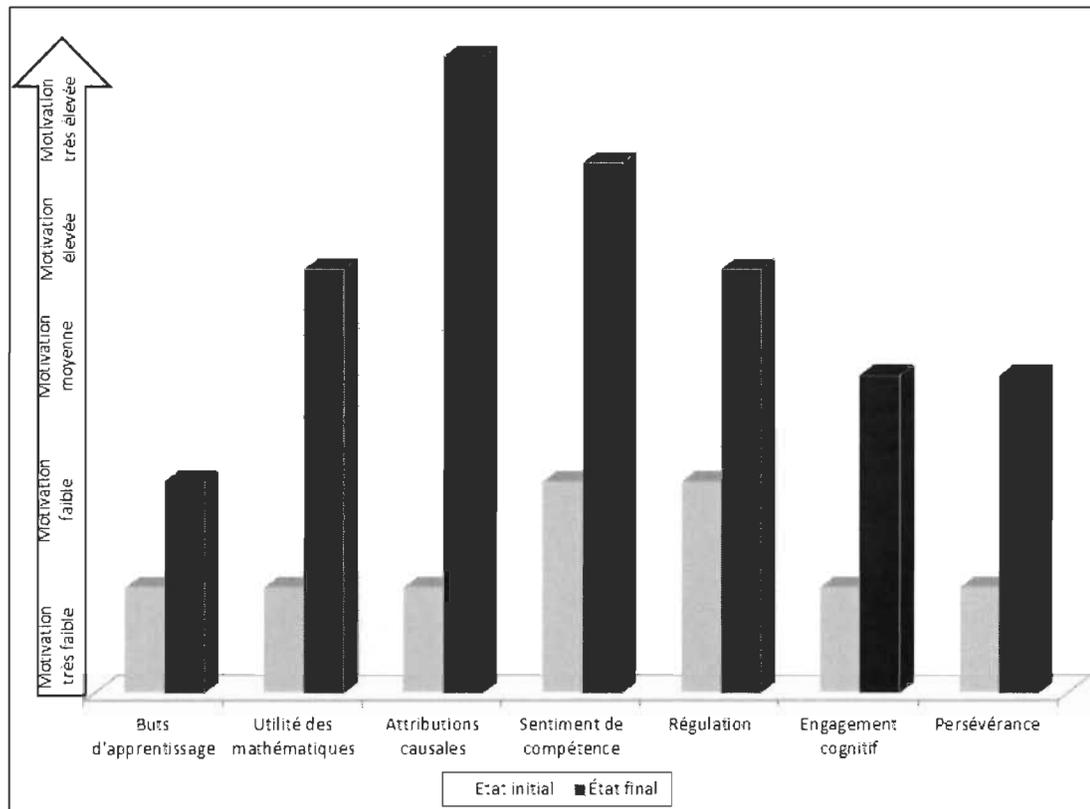


Figure 6. Évolution de la motivation de Keven pour l'apprentissage des mathématiques.

3.4. Liens entre les mathématiques et la programmation selon Keven

La présente étude visait à documenter l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour l'apprentissage des mathématiques. Il importe donc d'analyser les propos de l'élève quant à sa perception des liens entre les deux disciplines.

D'entrée de jeu, Keven est très intéressé par l'informatique. Avant de participer à cette étude, il possédait déjà quelques connaissances avancées. Par exemple, il savait comment créer des pages web de base en utilisant les langages *Hyper-Text Markup Language* (HTML) et *Cascading Style Sheet* (CSS), le premier pour éditer le contenu d'une page web et le second pour définir une mise en forme dynamique de celle-ci. Il

était aussi capable de configurer un serveur de page web simple pour mettre en ligne les pages web qu'il crée.

Selon Keven, les langages *Visual Basic* (VB) et HTML-CSS sont très différents. Lorsqu'il crée des pages web en HTML-CSS, il n'a pas l'impression d'utiliser ses connaissances en mathématiques. Par contre, selon lui, il est nécessaire d'utiliser des notions de mathématiques pour la programmation en *Visual Basic*. Keven affirme ce qui suit : « En VB, il faut déclarer la variable "a" pour l'utiliser. C'est comme de l'algèbre. » Par ailleurs, pour l'élève, la programmation en *Visual Basic* est assez simple à comprendre parce que « c'est plus facile à organiser ».

L'analyse des propos de Keven montre de plus que sa perception de l'utilité des mathématiques en contexte de programmation s'étend au-delà de l'utilisation de l'algèbre. Il souligne que, selon le type de projet de programmation, les connaissances mathématiques qu'il met en œuvre varient. À titre d'exemple, lorsqu'il doit programmer le redimensionnement d'une fenêtre de logiciel ou son déplacement sur la surface de l'écran, il mobilise et utilise ses connaissances acquises en classe à propos du plan cartésien. Il les applique au contexte de programmation pour déplacer les objets graphiques (fenêtre, boutons, zones de texte, etc.) Voici son explication : « Quand tu redimensionne ta fenêtre, c'est la largeur et la hauteur, comme en géométrie. Ça ressemble aussi aux graphiques en x et y. C'est juste à l'envers. L'axe des y est à l'envers. L'axe des x, lui, est correct comme dans un plan cartésien. Si tu veux centrer un bouton, là, il faut faire plein de calculs algébriques. C'est plus dur, mais c'est possible. »

Au cours de l'activité parascolaire d'apprentissage de la programmation informatique en *Visual Basic*, Keven a utilisé d'autres connaissances en mathématiques. Il signale s'être souvenu des propriétés des opérations de base lorsqu'il a créé une calculatrice simple (addition, soustraction, multiplication et division). Voici son explication : « Quand on a fait une calculatrice, j'ai appris comment contourner les exceptions, par exemple la division par zéro. » En réalité, il ne se souvenait pas de cette propriété de la division au

moment de la programmation. Son programme a soulevé un bogue lorsqu'il a voulu faire une division par zéro. Il a donc dû intégrer des instructions supplémentaires à son programme pour indiquer à l'utilisateur que la division par zéro est une opération impossible. Nous constatons toutefois qu'il a bien retenu la leçon!

Keven affirme qu'il aime mieux faire des mathématiques en contexte de programmation plutôt qu'en contexte classique d'apprentissage en classe. L'élève donne l'exemple de l'algèbre. Pour lui, il est plus intéressant de travailler sur des variables qui ont une signification concrète plutôt que simplement théorique. Lorsque nous lui demandons s'il perçoit un lien entre les mathématiques et la programmation informatique, il répond par l'affirmative : « Oui. Les variables, l'algèbre et tout. Par contre, pour moi, coder c'est plus l'fun que faire " $8 + 8$ " et des problèmes écrits. J'aime mieux programmer " $\text{animaux} = \text{chiens} + \text{chats}$ " que " $a + b = c$ ". Il y a un contexte, au moins. » L'élève ajoute qu'il est conscient de toucher les mêmes notions mathématiques dans les deux situations.

À la lumière de ces informations, nous constatons que Keven perçoit l'utilité de ses connaissances mathématiques lorsqu'il fait de la programmation informatique. De plus, lorsqu'il s'aperçoit qu'il lui manque des connaissances, il s'efforce de combler cette lacune afin de compléter ses projets de programmation.

4. Le cas de Julie

Julie est une élève de troisième secondaire d'une classe régulière, c'est-à-dire qu'à l'inverse des deux autres élèves participants, elle n'utilise pas d'ordinateur portable en classe. Ses résultats scolaires en mathématiques se situent au-delà de la moyenne de son groupe. Julie est considérée comme une élève « modèle » par son enseignant de mathématiques, monsieur Gingras. Selon lui, « elle est discrète, à son affaire et ses travaux sont toujours impeccables. »

Les données présentées ci-après proviennent d'entrevues portant sur sa motivation pour les mathématiques, ainsi que sur les liens qu'elle perçoit entre les mathématiques et la programmation informatique. Comme pour les deux cas précédents, nous présentons l'analyse de données provenant de quatre entrevues individuelles distinctes : des entrevues menées avant l'activité de programmation (entrevues initiales) avec Julie et son enseignant de mathématiques et des entrevues tenues après l'activité de programmation (entrevues finales) avec Julie et son enseignant de mathématiques.

4.1. Motivation initiale pour les mathématiques

La présentation de la dynamique motivationnelle initiale de Julie se fera en deux temps. Nous analysons d'abord les propos de Julie, puis nous poursuivrons avec la présentation du discours de monsieur Gingras, l'enseignant de mathématiques de Julie.

4.1.1. Entrevue initiale avec Julie

Julie est une élève qui apprécie l'école de manière générale. Elle affirme qu'elle aime apprendre de nouvelles connaissances. Elle indique plus particulièrement : « J'aime la science et les maths. J'aime ça utiliser ma logique. [...] Quand tu comprends, c'est l'un de faire des maths. »

Les propos recueillis lors de l'entrevue initiale avec Julie sont présentés en quatre sections : 1) les buts d'apprentissage et l'utilité des mathématiques, 2) les attributions causales et le sentiment de compétence, 3) la régulation des apprentissages et 4) la persévérance et l'engagement cognitif.

4.1.1.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Lors de l'entrevue initiale, Julie affirme que l'apprentissage des mathématiques est utile puisque cela favorise le développement de sa capacité d'analyse logique. Cette seule affirmation ne permet pas de conclure que la perception qu'a l'élève de l'utilité de ses apprentissages en mathématiques influence sa motivation à cet égard. Toutefois, l'analyse des propos de Julie montre aussi qu'elle ne croit pas à l'inutilité de cette discipline.

En ce qui concerne les buts d'apprentissage, l'analyse du discours de Julie montre que l'adolescente poursuit un but de performance. Un des objectifs de l'élève est d'atteindre un résultat de 80 % au bulletin en mathématiques afin d'accéder à la séquence *sciences naturelles* de quatrième secondaire, les mathématiques fortes. Julie indique que c'est en partie son choix de carrière qui la motive à atteindre ce but. Elle souhaite avoir la possibilité de s'inscrire en médecine vétérinaire si cela s'avérait être son choix définitif.

L'analyse de l'entrevue avec Julie révèle également des indicateurs de la poursuite d'un but de maîtrise. Lorsqu'elle ne réussit pas un exercice qui est corrigé en classe, elle se donne la peine de le recommencer pour s'assurer de bien comprendre. De plus, selon l'élève, il est inutile d'apprendre par cœur les notions mathématiques. Julie s'efforce de toujours comprendre la matière. Voici sa réflexion à ce sujet : « Je ne crois pas qu'on peut apprendre par cœur, sauf les formules et les choses de base. Ensuite, il faut comprendre les maths et les utiliser pour résoudre un problème. Parfois, il faut modifier les formules pour les adapter au contexte du problème. »

Julie mentionne qu'elle a toujours hâte de faire des examens, même si cela la rend très stressée. Elle explique que cela lui permet de valider sa compréhension des notions. Cette situation indique que Julie poursuit une combinaison de buts de performance et de maîtrise.

Nous retenons que l'élève désire performer et obtenir de bons résultats, mais que ce but est secondaire par rapport au but de maîtrise. Cette combinaison témoigne d'une motivation élevée chez l'élève. De plus, Julie considère que l'apprentissage des mathématiques est utile. Cela renforce sa motivation à les apprendre.

4.1.1.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'analyse du discours de Julie lors de l'entrevue initiale est révélatrice de son sentiment de compétence élevé et des causes qu'elle attribue à ses réussites en mathématiques.

Julie indique qu'elle a de la facilité à apprendre les mathématiques. Elle affirme que, selon les résultats qu'elle obtient, elle a « un bon niveau en math ». Elle donne l'exemple de l'algèbre qu'elle a bien réussi à apprendre lorsqu'elle était en deuxième secondaire, même si « c'était une matière difficile ». Cela la remplit de fierté. Elle indique être « vraiment contente de l'avoir appris. » Cet apprentissage réussi a contribué à renforcer son sentiment de compétence. Elle précise qu'elle travaille d'arrache-pied pour assurer sa réussite.

En ce qui concerne les attributions causales, il ressort que, selon sa perception, l'effort déployé pour apprendre les mathématiques est la principale cause de sa réussite. Julie précise : « Mes efforts ont plus d'impact que ceux du professeur. Il enseigne la matière, mais c'est à moi de l'apprendre. Le talent n'a pas vraiment d'influence et la chance n'a aucun rapport là-dedans. [...] Si j'ai un bon résultat à un examen, c'est surtout parce que j'ai travaillé dessus. »

De même, Julie prend sur elle la responsabilité de sa difficulté à réaliser certains apprentissages. Lorsque nous lui demandons d'en expliquer les causes, elle répond : « Je n'ai sûrement pas compris. Il a dû y avoir quelque chose que j'ai oublié. Ou bien j'ai perdu un bout pendant que le prof expliquait. » Du même souffle, Julie explique sa réaction à ce type de situation : « Je vais aux rattrapages pour m'assurer de comprendre mieux. [...] Je finis toujours par y arriver. »

En somme, selon Julie, la cause principale de ses réussites et de ses difficultés en mathématiques est l'effort fourni. Cette cause peut être qualifiée d'interne puisqu'elle lui appartient personnellement. L'effort est contrôlable et dynamique. Selon la classification causale de Weiner (1992), une cause interne, contrôlable et dynamique favorise la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques. Le sentiment de compétence élevé de Julie à propos de l'apprentissage des mathématiques contribue aussi à sa motivation.

4.1.1.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des propos de Julie lors de l'entrevue initiale révèle des manifestations de régulation principalement intrinsèque à l'égard de sa motivation à apprendre les mathématiques. La régulation mixte est peu présente et la régulation extrinsèque s'avère complètement absente.

Tel que déjà mentionné, Julie affirme aimer l'école parce que cela lui permet d'acquérir de nouvelles connaissances. Le cours de mathématiques se classe parmi ses matières préférées. Elle affirme : « J'aime la science et les math parce que j'aime ça utiliser ma logique. [...] Les math, ça développe notre logique aussi. [...] C'est l'un faire des math!» Le fait que Julie apprécie développer « sa logique » lorsqu'elle apprend les mathématiques représente une manifestation de régulation intrinsèque puisque le fait de participer activement aux cours de mathématiques lui apporte une satisfaction directe.

Elle indique aussi qu'elle aime faire des math, ce qui annonce la présence de motivation intrinsèque.

Un autre indice de la motivation intrinsèque de Julie pour l'apprentissage des mathématiques est le travail autonome de l'élève en dehors des cours. Julie souligne qu'elle exécute toujours les travaux à compléter en devoir à la maison sans que cela représente une corvée pour elle. De plus, l'élève recommence les exercices manqués de son propre chef, sans que cela soit exigé par l'enseignant. Voici les explications de l'élève : « Si, dans la journée, j'ai eu des math, qu'on corrigeait nos devoirs et que je n'ai pas eu bon, je vais recommencer le numéro. Si je trouve qu'un numéro était vraiment important, alors je vais le recommencer pour être certaine de comprendre. » Ce comportement est révélateur de la motivation intrinsèque de l'élève, car elle ne retire aucune récompense externe. Elle obtient plutôt l'assurance de comprendre une notion mathématique et elle en tire de la satisfaction.

La régulation mixte est aussi présente chez Julie lorsqu'elle apprend les mathématiques. Pour l'élève, le désir d'obtenir de bons résultats est très important : « Je veux passer mon année. Je veux mon 80 % pour m'inscrire en math fortes [séquence Sciences naturelles en mathématiques de secondaire 4] ». De plus, selon l'élève, la réussite d'un examen est une récompense en soi. Par ailleurs, Julie voit ses bons résultats comme une réussite qu'elle ne cherche pas à afficher. Voici ses propos à ce sujet : « Quand j'ai une bonne note à un examen, je ne le dis pas à tout le monde, comme d'autres dans la classe. Je suis contente, c'est sûr, mais discrètement. Si quelqu'un me le demande, je vais lui dire ma note, mais pas toujours. Parfois, je ne veux pas le dire parce que je trouve que ça ne sert à rien de se vanter de ça. [...] J'en parle à mes parents. Je leur dis que j'ai réussi mon examen. »

En résumé, l'analyse des données indique que Julie perçoit ses bons résultats comme une confirmation de ses apprentissages, une source de motivation intrinsèque. En considérant les résultats présentés à propos de la motivation de Julie pour

l'apprentissage des mathématiques, nous pouvons associer son désir de bons résultats à la régulation mixte. La régulation externe est absente de l'entrevue initiale avec Julie.

4.1.1.4. Engagement cognitif et persévérance

L'analyse de l'entrevue initiale avec Julie montre que cette dernière est une élève engagée cognitivement lorsqu'elle apprend les mathématiques et qu'elle persévère devant les difficultés.

Le discours de Julie nous permet de constater qu'elle persévère devant les difficultés qu'elle rencontre dans l'ensemble des matières scolaires, y incluant les mathématiques. Elle affirme demander de l'aide lorsqu'elle ne comprend pas un exercice de mathématiques et qu'elle finit toujours par résoudre les problèmes proposés par son enseignant. Lorsque nous lui demandons si elle est portée à abandonner devant une difficulté, elle répond : « Non. Je continue tout le temps. Je vais tout faire pour réussir. »

Comme il a été mentionné précédemment, Julie retravaille régulièrement les devoirs qui n'ont pas été réussis sans que l'enseignant ne l'exige spécifiquement. Ce comportement montre sa motivation intrinsèque d'une part, et confirme sa persévérance d'autre part.

Par ailleurs, les propos de Julie indiquent son engagement cognitif dans l'apprentissage des mathématiques. Le fait que l'élève demande de l'aide lorsqu'elle rencontre une difficulté et qu'elle reprend les exercices manqués en sont des illustrations. Julie affirme aussi optimiser son travail en classe : elle ne perd pas son temps. Voici ses propos : « À la fin des cours, il m'arrive de rester assise à ma place pour terminer un numéro que j'ai presque fini. Je ne suis pas aussi pressée que d'autres de partir. Eux, ils perdent leur temps et ils ferment leurs livres cinq ou dix minutes d'avance. Moi, je déteste perdre mon temps. Si j'ai vraiment tout terminé, je fais du travail personnel ou je révise. »

En somme, Julie est une élève persévérante et engagée cognitivement.

Maintenant que nous avons brossé le portrait de la dynamique motivationnelle initiale de Julie selon l'analyse de ses propos, nous poursuivons dans les prochains paragraphes avec l'analyse des propos de son enseignant de mathématiques.

4.1.2. Entrevue initiale avec l'enseignant de Julie

D'entrée de jeu, monsieur Gingras décrit Julie comme une élève exemplaire dans sa classe de mathématiques. Voici le portrait qu'il trace de son élève :

« Julie a un comportement exemplaire en classe : discrétion et travail intense. Elle est bonne en math et elle travaille fort. Elle vient souvent aux rattrapages, même si elle est bonne. Tous ses numéros sont toujours faits. Elle finit souvent plus vite que les autres; [...] elle est de ceux qui finissent en premier. Quand elle a terminé, elle fait du travail personnel et elle ne dérange pas. Elle est vraiment à son affaire. On lui permettrait des fois d'être plus dérangeante que ça. Comparée à d'autres élèves, elle est très autonome. »

Dans les sections suivantes, nous présentons l'analyse des données collectées auprès de l'enseignant de mathématiques lors de l'entrevue qui a eu lieu avant que ne débute l'activité de programmation informatique à laquelle Julie a participé.

Nous verrons les perceptions de monsieur Gingras quant à la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques. Nous subdivisons les résultats en quatre parties : 1) les buts scolaires et l'utilité des mathématiques, 2) attributions causales et sentiment de compétence, 3) la régulation et 4) la persévérance et l'engagement cognitif.

4.1.2.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Selon l'analyse des propos de l'enseignant, ce dernier perçoit chez Julie la poursuite d'un fort but de maîtrise quant à ses apprentissages en mathématiques. Selon lui, l'élève désire comprendre réellement la matière enseignée en classe. Il précise ainsi : « [Julie] est une élève qui réussit bien en math. Elle travaille de façon acharnée. Elle est très sérieuse [...]. Elle veut comprendre; elle ne veut pas apprendre par cœur. Elle veut comprendre à tout prix. »

Un peu plus loin au cours de l'entrevue avec monsieur Gingras, nous découvrons sa perception de la fierté qu'éprouve Julie lorsqu'elle réussit à comprendre une nouvelle notion mathématique. Cette dernière ne se satisfait pas de bons résultats à un examen. Voici les propos de l'enseignant : « Elle est contente quand il y a quelque chose qu'elle comprend, ça je le vois. En classe ou en rattrapage à l'heure du dîner, si elle réussit à saisir quelque chose qu'elle ne comprenait pas [...], elle va faire son petit sourire, ses petits yeux remplis de fierté. » Nous associons ce sentiment de fierté au but de maîtrise car il émane de la compréhension des mathématiques de l'élève.

Enfin, monsieur Gingras est d'avis que Julie apprécie travailler sur des problèmes mathématiques difficiles. Selon lui, « ça insécurise Julie, mais [...] elle aime ça parce qu'elle a la preuve qu'elle comprend. » Cette affirmation ajoute à la perception de l'enseignant quant au but de maîtrise de Julie.

En ce qui concerne l'utilité de l'apprentissage des mathématiques, l'enseignant rapporte une observation indirecte : « Pour [Julie], les mathématiques c'est quelque chose d'utile. C'est quelqu'un [...] qui veut vraiment réussir. Tu sens que la réussite scolaire, c'est très important, et les math font partie de sa réussite. [...] Par son implication à l'effort, elle me montre que c'est important. [...] Elle fait partie de mes élèves qui travaillent le mieux. Tu ne peux pas donner une intensité de même si pour toi ce n'est pas important. »

En résumé, nous constatons que l'enseignant de mathématiques de Julie perçoit clairement chez son élève un but de maîtrise. De plus, il croit que Julie accorde de l'importance à l'apprentissage des mathématiques.

4.1.2.2. Attributions causales et sentiment de compétence

Selon les dires de monsieur Gingras, Julie a une faible estime de sa compétence en mathématiques. Plus précisément, il explique que l'élève « est insécure (*sic*) ». Il ajoute : « Je pense qu'elle serait capable de dire qu'elle n'est pas si pire, mais elle serait capable de dire un gros "mais" après. [...] Elle se reconnaît des qualités. Elle est capable de réaliser que ça va quand même bien, mais ce n'est pas suffisant selon ses critères à elle. » Il ajoute que Julie est une élève perfectionniste. La perception de monsieur Gingras quant au sentiment de compétence de l'élève peut être influencée par sa perception du perfectionnisme de l'élève. Monsieur Gingras interprète possiblement l'attitude perfectionniste de Julie comme un frein au sentiment de compétence de l'élève.

À l'inverse, les attributions causales de Julie telles que perçues par monsieur Gingras favorisent la motivation pour les mathématiques. Lorsque nous interrogeons l'enseignant de mathématiques de Julie sur les causes de réussite perçues par cette dernière, la réponse est claire et sans équivoque. « C'est son travail. Elle doit savoir qu'elle réussit parce qu'elle travaille et parce qu'elle bâche (*sic*) », affirme monsieur Gingras. Cette attribution causale de Julie quant à sa réussite en mathématiques est interne, contrôlable et modifiable. Cette combinaison est susceptible de favoriser la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques.

4.1.2.3. Régulation des apprentissages

L'analyse de l'entrevue initiale avec monsieur Gingras révèle sa perception de la régulation des apprentissages de Julie relativement à l'apprentissage des mathématiques. Il en ressort uniquement des éléments de régulation intrinsèque.

Un premier indice de régulation intrinsèque de l'élève est son désir intense de comprendre et de maîtriser chaque notion mathématique abordée en classe. Selon monsieur Gingras, Julie ne supporte pas le fait de ne pas comprendre. Cela représente de la motivation intrinsèque. Voici la perception de l'enseignant à ce sujet. « C'est une élève qui veut réussir et qui fait ce qu'il faut. Elle est dure avec elle-même. [...] Quand elle a quelque chose de pas bon, elle réagit. [...] Tu sens qu'elle n'est pas contente. [...] Je la sens des fois fâchée de ne pas avoir compris. Quand ça arrive, c'est comme si elle est en déséquilibre. [...] Il me semble que je l'ai déjà vue pleurer parce qu'il y avait quelque chose qu'elle ne comprenait pas ou qui n'allait pas bien. » Nous constatons ici l'importance pour l'élève de bien comprendre la matière abordée en classe.

Deuxièmement, l'enseignant précise que Julie apprécie travailler en mathématiques pour apprendre les mathématiques. « Je pense qu'elle aime ça, travailler ses mathématiques. Ce n'est pas une corvée pour elle », dit-il. De plus, l'enseignant ajoute : « elle aime travailler sur les problèmes plus difficiles, plus costauds. Ça l'insécurise, mais je pense qu'elle aime ça quand même. Elle aime ça! » Ces éléments montrent la motivation intrinsèque de Julie pour l'apprentissage des mathématiques.

Ensuite, il apparaît que Julie participe activement et de façon volontaire aux périodes de rattrapage offertes régulièrement par monsieur Gingras à l'heure du dîner. Il souligne : « Julie est toujours à mes rattrapages. C'est une de mes abonnées aux rattrapages depuis plus d'un an. Elle n'est pas obligée de venir, mais elle le fait de façon assidue. Quand elle a des questions, elle les pose au rattrapage. [...] Elle travaille de façon intensive et acharnée. » Ces faits ajoutent à sa perception de la motivation intrinsèque de son élève à l'égard de l'apprentissage des mathématiques.

Lorsque nous questionnons monsieur Gingras à propos des indices qui pourraient révéler de la motivation extrinsèque, le constat est clair : selon lui, Julie n'est aucunement motivée de façon extrinsèque. Il explique : « Comme tout le monde, les récompenses positives l'incitent sûrement à travailler, mais ce n'est pas vraiment important pour elle. De toute façon, elle travaille d'elle-même. Elle le ferait pareil. C'est quelqu'un que je complimente à l'occasion, mais elle n'aime pas ça. Elle n'aime pas se faire complimenter, parce qu'elle est dure avec elle-même. Et les réprimandes, je ne lui en donne jamais. Il n'y a aucune place pour ça avec elle. Ça ne s'applique pas! »

Nous retenons du discours de l'enseignant de mathématiques en ce qui concerne la régulation, que Julie est motivée de façon intrinsèque.

4.1.2.4. Engagement cognitif et persévérance

Les propos de l'enseignant de mathématiques de Julie indiquent que cette dernière persévère dans l'exécution des tâches proposées et qu'elle est très engagée cognitivement. L'analyse des propos de monsieur Gingras à ce sujet révèle que ces deux caractéristiques sont très présentes chez l'élève, jusqu'à un point tel qu'elles se confondent dans le discours de l'enseignant.

L'engagement cognitif ainsi que la persévérance de Julie lors de ses apprentissages en mathématiques sont mis en lumière, selon l'enseignant, par l'attitude de l'élève en classe. Tel que mentionné dans les sections précédentes, elle veut comprendre à tout prix et elle travaille intensément jusqu'à ce qu'elle y arrive. Monsieur Gingras soutient que, en classe, Julie est une élève modèle qui travaille sans perte de temps. Il indique aussi qu'elle pose des questions pour mieux comprendre et qu'elle participe aux périodes de rattrapage.

Nous constatons que, selon la perception de monsieur Gingras, l'engagement cognitif et la persévérance de Julie témoignent de sa motivation à apprendre les mathématiques.

Dans la prochaine section, nous poursuivons l'analyse des résultats concernant la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques en comparant les propos de Julie et de son enseignant de mathématiques.

4.1.3. Comparaison entre les propos de Julie et de son enseignant

Dans les paragraphes qui suivent, nous comparons les discours de Julie et de son enseignant au sujet de la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques, et ce, avant le début de l'activité parascolaire de programmation informatique.

D'abord, en ce qui concerne les buts d'apprentissage et l'utilité des mathématiques, les données provenant des entrevues avec chacun des participants sont cohérentes. En effet, le discours de Julie révèle qu'elle poursuit principalement un but de maîtrise et, dans une certaine mesure, un but de performance. La présence du but de maîtrise est confirmée par monsieur Gingras. Ce dernier ne perçoit pas le but de performance. Par ailleurs, les propos des deux participants montrent que Julie croit à l'utilité de l'apprentissage des mathématiques.

Ensuite, à propos des attributions causales, les deux participants s'entendent à nouveau. Aux yeux de Julie, la cause principale de sa réussite est l'effort qu'elle déploie, une cause interne et contrôlable. Monsieur Gingras a la même perception que son élève.

Au sujet du sentiment de compétence, le discours de Julie et celui de son enseignant divergent. L'analyse des résultats révèle que Julie a un sentiment de compétence élevé. Monsieur Gingras, quant à lui, perçoit chez son élève de l'insécurité face aux nouveaux apprentissages mathématiques. Il détecte une attitude perfectionniste chez l'élève qui

peut passer pour un manque de confiance en ses compétences lorsqu'elle apprend les mathématiques. Nous retenons que Julie éprouve un sentiment de compétence élevé tel que le révèlent ses propos au cours de l'entrevue initiale.

En ce qui concerne la régulation des apprentissages, le discours de l'enseignant confirme les propos de l'élève. En effet, de part et d'autre, l'analyse des données révèle la présence d'une motivation principalement intrinsèque pour l'apprentissage des mathématiques. Julie ajoute des éléments de régulation mixte provenant de son désir d'obtenir de bons résultats aux examens.

Les propos de Julie montrant son engagement cognitif ainsi que sa persévérance concordent avec les observations de son enseignant de mathématiques. En effet, les données analysées indiquent un fort engagement cognitif de la part de Julie face aux tâches d'apprentissage des mathématiques ainsi qu'une attitude de persévérance constante devant les difficultés qui peuvent survenir.

4.2. Motivation finale pour les mathématiques

Dans cette section, nous présentons les résultats provenant des entrevues tenues après les quinze séances de l'activité de programmation informatique auxquelles Julie a participé. Nous exposons l'analyse des données de l'entrevue avec Julie et celle des données de l'entrevue avec son enseignant de mathématiques, monsieur Gingras. Nous terminons par la comparaison entre les deux ensembles de résultats.

Le lecteur pourrait ressentir une impression de redondance à la lecture des prochaines sections. Nous tenons à souligner que l'analyse des données présentée dans les prochaines sections porte bel et bien sur les entrevues finales pour le cas de Julie. Cette dernière, déjà très motivée pour l'apprentissage des mathématiques lors des entrevues initiales peut difficilement devenir davantage motivée pour l'entrevue finale.

4.2.1. Entrevue finale avec Julie

Commençons par l'analyse de l'entrevue avec la participante qui a eu lieu au début du mois de mai. Rappelons que les quinze séances de programmation ont eu lieu du début novembre à la fin avril.

4.2.1.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

Selon l'analyse de ses propos, Julie perçoit que l'apprentissage des mathématiques lui est utile. Elle apprend les mathématiques pour le plaisir d'acquérir de nouvelles connaissances et de développer son sens logique. À ce sujet, elle souligne : « Les mathématiques sont utiles dans la vie de tous les jours pour nous aider à réfléchir mieux et à comprendre plus vite. [...] Ça aide, j'en suis sûre. »

De plus, Julie croit que les mathématiques sont importantes parce qu'elles lui permettront d'accéder à son futur métier. La réussite de son cours de mathématiques de troisième secondaire est nécessaire pour passer en math « fortes » (séquence sciences naturelles) en quatrième secondaire. Elle explique : « Ce qui me motive, c'est mon métier en particulier. Les math fortes de secondaire 4, ça me motive à vouloir réussir encore plus parce que je sais que j'en ai besoin et si je ne l'ai pas, je ne pourrai pas avoir le métier que je veux. Ça me motive vraiment. » Un peu plus loin, elle reprend : « Je veux vraiment réussir. J'en ai besoin pour mon [futur] métier. Je veux être vétérinaire. »

Les deux éléments présentés ci-dessus illustrent l'utilité de l'apprentissage des mathématiques aux yeux de l'élève et indiquent aussi la poursuite de buts de performance et de maîtrise. Il s'agit de la combinaison favorisant au maximum la motivation de l'élève.

D'autres extraits de l'entrevue illustrent les buts poursuivis par Julie. Elle souligne qu'elle apprécie réaliser de nouveaux apprentissages. Elle cite l'algèbre en exemple :

« J'aimais ça. C'était l'fun. En plus de comprendre, je trouvais que ce qu'il fallait faire était logique! Et moi, quand je comprends quelque chose, j'aime ça. »

Par ailleurs, l'élève croit qu'il vaut mieux comprendre une notion que de l'apprendre par cœur. Pour Julie, il est inconcevable qu'un apprentissage par cœur demeure utile à long terme. Voici ses propos à ce sujet : « Je ne crois pas que les math ça s'apprend par cœur. Il faut que tu les comprennes. Je ne vois pas comment on peut faire pour apprendre par cœur quelque chose en mathématiques. Peut-être retenir une formule. Mais, là, une formule, c'est une formule, ce n'est pas tant que ça. C'est important de comprendre à mon avis. » Cet extrait représente un autre indice de la présence du but de maîtrise.

En ce qui concerne le but de performance, l'analyse des propos de Julie révèle l'importance qu'elle accorde à ses résultats. Selon elle, la réussite d'un examen de mathématiques est la preuve de l'atteinte de son but de maîtrise. Julie souligne : « Quand je comprends, je me dis que je suis prête pour mon examen, que ça va être bien. [...] Quand la matière est plus compliquée, comme l'algèbre, ma note me confirme que j'ai bien compris. [...] C'est dans ce chapitre que j'ai eu le plus haut et pourtant, c'était plus compliqué. »

De plus, Julie souligne son but de performance en affirmant vouloir continuer à être parmi les premiers de classe. Lorsque nous la questionnons sur ses aptitudes en mathématiques, Julie répond avec une humilité : « Je suis bonne. Je suis dans les meilleurs de la classe. C'est ça, mon but aussi! »

En somme, l'analyse des propos de Julie ne révèle pas d'indice de but de démonstration ou de but d'évitement. Nous retenons donc que l'élève perçoit l'utilité de l'apprentissage des mathématiques et qu'elle poursuit à la fois un but de maîtrise et un but de performance.

4.2.1.2. Attributions causales et sentiment de compétence

L'analyse du discours de Julie lors de l'entrevue finale révèle son sentiment de compétence, ainsi que les causes qu'elle attribue à ses réussites et ses échecs en mathématiques.

Julie se perçoit compétente en mathématiques. Voici ses propos à ce sujet : « Je sais que je comprends avant de faire un examen. Les numéros sont faciles à faire et ça ne prend pas de temps. C'est facile parce que je sais ce que je suis en train de faire. » Par ailleurs, comme mentionné précédemment, Julie est consciente qu'elle se situe parmi les meilleurs de sa classe, ce qui ajoute à son sentiment de compétence. Lorsque nous demandons à l'élève si sa compétence s'est améliorée depuis le début de l'année, elle répond par l'affirmative. Elle signale qu'elle travaille davantage pour atteindre son objectif de devenir vétérinaire.

L'analyse des propos de Julie lors de l'entrevue finale montre également à quelles causes elle attribue ses réussites et ses difficultés en mathématiques. L'élève explique d'abord le rôle de monsieur Gingras, son enseignant de mathématiques par rapport à sa réussite en mathématiques : « Quand je réussis, c'est en partie grâce au prof mais l'autre partie, c'est beaucoup plus moi. [Le prof] nous aide à répondre à nos questions, il nous explique la matière, mais c'est moi qui fais les numéros. C'est moi qui fais l'effort pour essayer de comprendre. Quand il répond à nos questions ça nous aide, mais les deux ont un rôle pour [que je puisse] réussir à comprendre. »

Lorsque nous demandons à Julie quelle est la contribution de son talent naturel à comprendre les mathématiques pour expliquer ses réussites, elle affirme que cela n'a pas d'influence et elle réitère l'importance de l'effort. Voici, à ce sujet, comment Julie raconte une situation survenue dans sa classe : « Je regarde des personnes en classe. Notre moyenne est de 59 % en math [à l'examen d'algèbre] et j'ai eu 86 %. Ça veut dire que la moitié de la classe a poché. C'est pourtant l'examen que j'ai eu le plus haut. [...] On a eu une autre prof pendant ce chapitre-là qui a remplacé monsieur Gingras. [...] Il y

avait tellement de personnes qui ne travaillaient pas que c'était décourageant. Ils n'arrêtaient pas de niaiser. Ils chialaient qu'ils ne comprenaient pas, mais ils n'arrêtaient pas de niaiser. Je ne pouvais pas être triste pour eux parce qu'ils niaisaient. C'est leur faute à eux : s'ils auraient [sic] travaillé, je suis sûre qu'il y aurait eu une partie [de la classe] qui aurait passé, une bonne partie. [...] Il faut faire des efforts pour réussir, même si c'est dur. » En somme, selon Julie, c'est l'effort qui détermine la réussite d'un apprentissage en mathématiques.

De plus, lorsqu'elle rencontre des difficultés, Julie refuse de blâmer son enseignant de mathématiques ou même d'attribuer ses difficultés à un manque de chance. Dans une telle situation, l'élève prend sur elle seule la responsabilité de sa difficulté : « Si je ne comprends pas, c'est que j'ai manqué un bout [d'explications] en classe [...] ou que je n'ai pas assez fait d'efforts. »

Nous retenons que, selon Julie, la cause principale de ses réussites et de ses difficultés lorsqu'elle apprend les mathématiques est l'effort qu'elle déploie en classe. Cette cause est interne, contrôlable et dynamique, ce qui favorise la motivation de l'élève à s'engager activement dans d'autres activités d'apprentissage des mathématiques.

4.2.1.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des propos de Julie après l'apprentissage de la programmation informatique révèle qu'elle présente deux types de régulation dans son processus d'apprentissage des mathématiques. Il s'agit de régulation intrinsèque et de régulation mixte.

Premièrement, en ce qui concerne la motivation intrinsèque, nous constatons que Julie aime le cours de mathématiques parce qu'elle a du plaisir à réaliser de nouveaux apprentissages dans cette matière, particulièrement en ce qui concerne le domaine de l'algèbre. Pour Julie, une partie de la source de satisfaction du travail mathématique est

l'apprentissage lui-même, ce qui correspond à de la motivation intrinsèque. L'extrait d'entrevue suivant illustre la présence de régulation intrinsèque : « L'algèbre, c'était l'fun! Je comprenais bien et je trouvais que c'était logique. Quand je comprends quelque chose, j'aime ça. »

Par ailleurs, Julie mentionne qu'elle exécute toujours tous les exercices exigés par son enseignant, ainsi que ceux qui sont facultatifs pour mieux comprendre. L'exécution des exercices facultatifs montre sa motivation intrinsèque. En effet, l'enseignant n'impose pas de sanctions aux élèves qui ne complètent pas ces exercices. Nous déduisons que cette attitude par rapport au travail scolaire relève de la régulation intrinsèque.

Une autre part de la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques correspond à de la régulation mixte. Plusieurs passages de son discours en font foi.

En plus de vouloir parfaire ses connaissances, Julie déploie des efforts pour l'apprentissage des mathématiques afin de maximiser ses résultats. Lorsqu'elle obtient une bonne note, elle ressent de la satisfaction. L'élève parle de sa réaction spontanée dans une telle occasion : « Ben, j'ai vraiment compris! » Ainsi, ce n'est pas que la note obtenue qui compte pour Julie mais aussi le fait de bien comprendre les mathématiques.

De bonnes notes représentent aussi une source de fierté pour Julie et ses parents. Elle souligne : « Ça me fait plaisir que mes parents soient contents de moi! » Cette source de régulation est externe tout en demeurant compatible avec les orientations intrinsèques de Julie.

Enfin, Julie est motivée par les bons résultats pour atteindre son but de devenir vétérinaire. Elle est consciente de la nécessité d'obtenir des notes élevées en troisième secondaire afin de se qualifier pour la classe de mathématiques « fortes ». Cela correspond aussi à de la régulation mixte.

La régulation extrinsèque semble complètement absente chez Julie. Le système d'émulation mis en place par l'enseignant n'a pas d'influence sur la qualité ou la quantité de travail réalisé par l'élève. À ce sujet, elle est catégorique : « Les récompenses du prof ou les conséquences qu'il donne ne me font pas travailler plus fort. Ça ne change absolument rien. »

En somme, nous retenons des propos de Julie dans l'entrevue finale l'existence de régulation intrinsèque et mixte en ce qui concerne sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques. Nous notons par ailleurs l'absence de régulation extrinsèque.

4.2.1.4. Engagement cognitif et persévérance

L'analyse de l'entrevue finale met en évidence certaines caractéristiques de la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques en ce qui concerne l'engagement cognitif et la persévérance.

D'abord, selon ses propos, Julie est une élève engagée cognitivement lorsqu'elle est en classe de mathématiques. Comme il en a été question précédemment, elle travaille intensément et exécute tous les exercices facultatifs en plus des exercices exigés par son enseignant. De plus, l'élève affirme s'assurer de ne pas perdre son temps en classe. Elle déclare qu'elle travaille jusqu'à la fin du cours. Elle y reste parfois un peu plus longtemps pour terminer un problème déjà entamé. À ce sujet, Julie dit : « Il m'arrive de continuer à travailler un peu après la fin du cours si je suis sur le bord de finir un numéro. [...] S'il en reste trop long, je le termine à la maison. »

L'analyse du discours de Julie montre des signes de sa persévérance. En effet, l'élève affirme pouvoir surmonter ses difficultés grâce à sa persévérance. Elle souligne que, en plus de tous les exercices proposés, elle reprend les problèmes non réussis. Par ailleurs, lorsqu'elle parle de ses difficultés, elle soutient qu'elle les a surmontées. Voici ses

propos : « Au dernier chapitre qu'on a fait, j'ai eu un peu de misère, mais pourtant je comprenais à la fin. C'était juste au début que j'étais un peu mélangée. [...] Je me suis tout de suite rattrapée et je comprends, là. C'est important de persévérer! » Ces propos indiquent non seulement que Julie croit aux bénéfices de la persévérance, mais également qu'elle prend des moyens concrets pour réussir ses apprentissages.

En somme, nous constatons que Julie est engagée cognitivement lorsqu'elle apprend les mathématiques et qu'elle surmonte ses difficultés par la persévérance et les efforts qu'elle déploie.

4.2.2. Entrevue finale avec l'enseignant de Julie

Dans les paragraphes suivants, nous exposons les points saillants de l'analyse des propos de monsieur Gingras, l'enseignant de mathématiques de Julie en ce qui concerne sa perception de la motivation de cette dernière pour l'apprentissage des mathématiques. L'entrevue a été menée après les 15 séances de l'activité de programmation informatique auxquelles Julie a participé.

4.2.2.1. Buts d'apprentissage

Selon l'enseignant, l'élève poursuit une combinaison de buts de maîtrise et de but de performance. L'analyse de ses propos révèle en effet qu'il perçoit chez Julie le besoin de comprendre les notions mathématiques enseignées en classe. Elle trouve désagréable de ne pas comprendre une notion enseignée, ce qui révèle un but de maîtrise. Cela se traduit par sa volonté de réussir ses examens, ce qui montre de plus un but de performance. Toujours selon la perception de monsieur Gingras, Julie ressent de la fierté lorsqu'elle réussit bien une évaluation car cela représente la confirmation du succès. L'extrait

d'entrevue suivant illustre les perceptions de l'enseignant quant aux buts poursuivis par l'élève :

Je pense qu'elle veut vraiment réussir et, quand elle ne comprend pas, elle s'insurge contre elle-même. Je veux dire que, quand elle ne comprend pas, [...] elle n'aime pas ça et elle pose des questions. Ensuite, elle repart et elle fait ce qu'elle a à faire. Ça n'arrive pas souvent qu'elle ne comprend pas. Elle n'aime pas ça, ne pas comprendre. Mais elle fait tout ce qu'il faut pour réussir. Et elle réussit très bien, d'ailleurs.

À un autre moment de l'entrevue, monsieur Gingras poursuit son analyse :

Je pense qu'elle aime travailler [en mathématiques]. Elle aime réussir, elle aime comprendre. L'énergie qu'elle a quand elle ne comprend pas quelque chose, je pense que c'est la même énergie qui fait qu'elle est contente parce qu'elle comprend. C'est comme si elle est toujours en train de se tester. Elle veut toujours tester à savoir si elle peut comprendre ou pas. Ce n'est pas juste "j'aime travailler", il y a aussi là-dedans une obligation de se tester. Par exemple, si elle ne comprend pas, elle fait les exercices, elle se dépêche, elle continue, elle travaille fort. J'ai l'impression qu'elle s'autoévalue constamment. [...] Elle se met beaucoup de pression. Il faut qu'elle comprenne parce que, sinon, elle est enragée après elle-même à force qu'elle veut comprendre. [...] Elle s'oblige à réussir. [...] J'ai l'impression qu'elle ne se donne pas de marge de manœuvre.

L'enseignant apporte une nuance intéressante quant à l'importance que Julie accorde à sa compréhension des notions mathématiques. Selon monsieur Gingras, l'élève ressent le désir intense de bien comprendre les notions du programme sans pour autant montrer sa curiosité d'aller plus loin. Voici ses propos :

Ce n'est pas tant le désir d'apprendre, mais le désir de comprendre ce qu'elle est obligée d'apprendre; ce n'est pas la même chose. [Comparativement à un autre élève du groupe qui], lui, il a clairement une soif d'apprendre sans ambiguïté [...]; ce n'est pas la même approche face à la connaissance. Elle veut apprendre parce qu'elle sait qu'il le faut et elle déteste ça quand elle ne comprend pas.

À la lumière de ces données, nous retenons que l'enseignant perçoit à la fois la poursuite d'un but de maîtrise et d'un but de performance chez Julie. Ces deux buts concomitants favorisent une motivation optimale pour l'apprentissage des mathématiques.

4.2.2.2. Sentiment de compétence et attributions causales

Voyons maintenant les résultats de l'analyse des propos de l'enseignant de mathématiques en ce qui concerne sa perception du sentiment de compétence de Julie et les causes qu'elle attribue à ses succès et ses échecs.

Selon monsieur Gingras, Julie se sent compétente en mathématiques. Il nuance cependant ses propos en ajoutant que l'élève est plus compétente qu'elle le croit. L'enseignant explique : « Julie se sent compétente en mathématiques, mais je pense qu'elle se sent moins compétence qu'elle l'est vraiment. En même temps, elle doit bien voir qu'elle réussit très bien! »

À un autre moment de l'entrevue, monsieur Gingras aborde l'évolution du sentiment de compétence de Julie par rapport à l'apprentissage des mathématiques. Voici ses propos : « Elle a pris un peu d'assurance en math. [...] Je pense que son sentiment de compétence s'améliore tranquillement. »

En ce qui concerne les attributions causales, monsieur Gingras croit que Julie n'attribue pas ses réussites à la chance : « [Julie] ne mise pas sur la chance avec tout le travail qu'elle fait. Avec toutes les questions qu'elle pose, avec son implication, c'est clair qu'elle ne mise pas sur la chance. Elle ne laisse pas les choses au hasard. Si elle ne comprend pas un problème, elle va poser des questions. Souvent discrètement, elle va le demander. Quand tu laisses de la place à la chance, c'est que tu laisses la place au flou. Pas elle. » Ainsi, l'effort fourni est l'élément principal permettant à Julie d'expliquer sa

réussite, selon la perception de monsieur Gingras. Cette attribution causale est interne à l'élève, contrôlable et modifiable. Ce type de cause favorise la motivation de l'élève.

Par ailleurs, l'enseignant indique que l'intelligence peut aussi avoir son rôle à jouer aux yeux de Julie. Selon lui, « Julie pourrait expliquer ses réussites par son sérieux, son travail, sa concentration, sa persévérance et, je dirais, son intelligence. » Cette cause est interne.

De plus, monsieur Gingras croit avoir lui-même un impact positif sur les résultats de Julie en mathématiques. Il explique sa perception : « pour elle, mon rôle à moi comme prof, c'est de la guider vers ce qu'il y a à faire, de lui expliquer, de vulgariser pour qu'elle finisse par comprendre pour pouvoir faire son travail. » Cette cause de réussite est externe à l'élève, dynamique et incontrôlable pour l'élève. Pour cette raison, elle engendre peu d'effets sur la motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

L'enseignant déclare que Julie finit toujours par réussir les exercices de mathématiques et qu'elle ne connaît pas les échecs. Il ne perçoit donc pas les causes des difficultés de l'élève.

Nous retenons que, selon monsieur Gingras, Julie a un sentiment de compétence élevé, bien qu'il soit un peu faible par rapport à sa compétence réelle en mathématiques. De plus, les causes que l'élève attribue à ses réussites, ses efforts et ses capacités intellectuelles, favorisent le maintien de sa motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

4.2.2.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des données de l'entrevue finale avec monsieur Gingras met en évidence que ce dernier détecte quelques indices de motivation intrinsèque chez Julie.

L'enseignant explique que Julie désire comprendre réellement la matière enseignée : « Je pense qu'elle aime travailler. Elle aime réussir Elle aime comprendre. ». Ce désir de comprendre les mathématiques, perçu par l'enseignant, peut indiquer la présence de motivation intrinsèque.

Par ailleurs, les propos analysés indiquent que les travaux de Julie sont d'une qualité exceptionnelle. L'enseignant précise que, selon lui, Julie ne fait pas plus d'exercices que ceux demandés, mais que ceux-ci dépassent régulièrement ses attentes.

4.2.2.4. Engagement cognitif et persévérance

L'analyse des propos de l'enseignant lors de l'entrevue finale fait finalement ressortir sa perception de l'engagement cognitif et de la persévérance de Julie en contexte d'apprentissage des mathématiques.

Premièrement, monsieur Gingras souligne l'engagement cognitif de Julie. Il souligne l'attention et le soin qu'elle apporte à tous ses travaux en classe et devoirs à la maison. Voici les commentaires de l'enseignant à cet effet : « Elle travaille certainement en dehors des cours! Tout est toujours fait de façon impeccable. Je pense qu'elle fait toujours très bien ce que je demande, c'est-à-dire que si moi je le demande, elle va toujours le faire au mieux. Ça peut être plus que ce que je demande au niveau de la qualité attendue. Elle ne fait pas d'autres exercices que ceux demandés en devoir. »

De plus, l'enseignant souligne que Julie travaille en classe de façon intensive, sans perdre de temps. Il indique aussi que l'élève ne quitte pas immédiatement la classe à la fin du cours, comme le font les autres élèves. Elle demeure concentrée sur son travail et prend souvent le temps de terminer un problème avant de partir. Cette affirmation témoigne de l'engagement cognitif de Julie en classe de mathématiques.

Deuxièmement, l'analyse des propos de l'enseignant indique qu'il perçoit de la persévérance chez Julie. Monsieur Gingras parle de la réaction de l'adolescente face à une difficulté en mathématiques : « ...quand elle ne comprend pas, elle n'aime pas ça, et là, elle pose des questions. Je sens sa motivation dans ces moments-là. [...] Ça n'arrive pas souvent qu'elle ne comprend pas. Ensuite, elle repart faire ce qu'elle a à faire. Elle n'aime pas ça, ne pas comprendre. Mais elle fait tout ce qu'il faut pour réussir. Et elle réussit très bien d'ailleurs. » Cette attitude de Julie témoigne de sa persévérance.

Monsieur Gingras ajoute que Julie aime travailler sur les problèmes difficiles, soulignant ainsi la persévérance de l'élève. Voici ses propos : « Julie aime les défis. Et ça la chicote beaucoup quand elle ne comprend pas. Je pense que je ne l'ai jamais vue renoncer à un problème que j'avais donné. Jamais. Elle est très persévérante! »

En somme, selon l'enseignant de mathématiques, la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques est illustrée par son engagement cognitif ainsi que sa persévérance.

4.2.3. Comparaison des propos de Julie et de son enseignant

Dans les paragraphes qui suivent, nous comparons l'analyse des propos de Julie et ceux de son enseignant. Ces propos ont été recueillis après les dernières activités de programmation informatique.

Premièrement, en ce qui concerne les buts d'apprentissage, Julie et son enseignant ont un discours compatible. En effet, de part et d'autre, l'analyse des résultats indique que l'élève poursuit des buts de maîtrise et des buts de performance relativement à l'apprentissage des mathématiques. Le premier est indiqué par le désir de comprendre la matière enseignée. Le second est déduit du fait que Julie déploie des efforts considérables afin d'obtenir de bons résultats aux examens de mathématiques. Le même

constat se rapporte à l'utilité de l'apprentissage des mathématiques. Julie souligne l'importance des mathématiques et monsieur Gingras perçoit que son élève accorde une grande valeur à l'apprentissage des mathématiques.

Deuxièmement, concernant le sentiment de compétence de Julie pour l'apprentissage des mathématiques, l'analyse des propos montre que les paroles de l'élève ne correspondent pas tout à fait aux perceptions de l'enseignant. Julie croit en sa capacité à apprendre les mathématiques. Monsieur Gingras, perçoit que Julie a un sentiment de compétence, mais qu'elle ne se fait pas suffisamment confiance. Malgré cette nuance, les propos des deux participants demeurent cohérents. Nous retenons que Julie se sent compétente en mathématiques.

À propos des résultats concernant la perception des causes de réussite de Julie, le constat est clair et cohérent. Selon Julie, ses apprentissages sont principalement attribuables à ses efforts et le travail de l'enseignant représente un autre facteur de sa réussite. Le talent, quant à lui, ne représente pas d'avantage significatif aux yeux de l'élève. Ces propos sont confirmés par les perceptions de l'enseignant. Nous en concluons que Julie perçoit qu'elle a du contrôle sur ses réussites, ce qui favorise sa motivation à déployer des efforts pour apprendre les mathématiques.

Troisièmement, les données analysées correspondant à la régulation de la motivation de Julie sont complémentaires. Les deux participants soulignent des indices de régulation intrinsèque. Le discours de Julie contient plus de données à ce sujet et y inclut des indices de régulation mixte. Encore une fois, cette différence entre les propos des deux participants ne représente pas d'incohérence.

En ce qui concerne l'engagement cognitif et la persévérance de Julie lorsqu'elle apprend les mathématiques, les deux participants s'accordent pour dire que ces deux caractéristiques sont présentes chez l'élève.

4.3. Évolution de la motivation de Julie pour les mathématiques

Dans les paragraphes suivants, nous présentons la comparaison entre les résultats issus des entrevues finale et initiale avec Julie et avec son enseignant de mathématiques. Nous présentons ces comparaisons selon les composantes motivationnelles du cadre d'analyse de cette recherche : les buts d'apprentissage et l'utilité des mathématiques, les attributions causales et le sentiment de compétence, la régulation des apprentissages, ainsi que l'engagement cognitif et la persévérance.

4.3.1. Buts d'apprentissage et utilité des mathématiques

L'analyse des résultats des entrevues initiale et finale menées auprès de Julie montre une légère modification de sa perception de l'utilité des mathématiques. L'élève affirme qu'elle croit en l'importance d'apprendre les mathématiques. Au moment de l'entrevue initiale, Julie tenait des propos moins éloquents quant à l'utilité des mathématiques, alors qu'à l'entrevue finale, l'élève affirme avec plus de conviction l'importance de l'apprentissage des mathématiques en lien avec le métier qu'elle pense exercer dans le futur.

Quant aux buts d'apprentissages de Julie, nous constatons que son discours avant l'apprentissage de la programmation informatique et ses propos à la suite de ce dernier a peu changé. En effet, dans les deux cas, l'analyse montre la présence de buts de maîtrise et de performance chez l'élève. Par ailleurs, l'importance relative du but de performance par rapport au but de maîtrise s'est accentuée. Il semble en effet que les buts de performance et de maîtrise aient pris une importance équivalente pour Julie au moment de l'entrevue finale, alors que le but de maîtrise était plus marqué lors de l'entrevue initiale. Cela pourrait être causé, selon l'analyse de l'entrevue finale, par le choix de carrière de plus en plus précis de l'élève. Julie veut devenir vétérinaire, ce qui exige l'apprentissage approfondi des mathématiques dans son plan de formation individuelle.

4.3.2. Attributions causales et sentiment de compétence

Lors de l'entrevue initiale, Julie démontrait une grande confiance dans sa compétence à apprendre les mathématiques. Elle semblait, par le fait même, encouragée à fournir les efforts nécessaires à la réussite de ses apprentissages. La situation est demeurée inchangée à la suite de l'apprentissage de la programmation informatique. Par ailleurs, l'élève précise que sa compétence lui permet de viser la profession de vétérinaire dans le futur.

En ce qui concerne les attributions causales, l'analyse des propos initiaux et finaux mène aux mêmes constats. Julie attribue la réussite de ses apprentissages principalement à l'effort qu'elle déploie en classe et lors de ses périodes d'études et de travail scolaire. Cette cause principale de réussite est interne et contrôlable pour l'élève, ce qui favorise sa motivation. Par ailleurs, Julie attribue aussi du crédit au travail de son enseignant de mathématiques. Pour l'élève, cette cause, externe et incontrôlable, est moins déterminante de sa réussite que les efforts qu'elle fournit.

Avec l'analyse de l'entrevue finale, d'autres constats s'ajoutent et viennent renforcer les précédents. Julie précise que le talent d'une personne pour les mathématiques ne peut, à lui seul, assurer la réussite de ses apprentissages. Elle persiste à mettre l'emphase sur les efforts qu'il faut déployer pour un apprentissage réussi. D'ailleurs, lorsqu'elle rencontre une difficulté, l'élève met en doute la qualité de ses efforts. Elle ne remet pas en cause le travail de son enseignant ou sa capacité à apprendre les mathématiques. L'élève réitère sa conviction : ses efforts personnels constituent la principale cause de ses réussites. Cette attribution causale est d'ordre interne et contrôlable.

4.3.3. Régulation des apprentissages

L'analyse des données de l'entrevue initiale concernant la régulation indique la présence chez Julie de régulation principalement intrinsèque et, de façon secondaire, de régulation

mixte. Avant l'apprentissage de la programmation informatique, l'élève appréciait l'apprentissage des mathématiques par plaisir personnel, indiquant ainsi sa motivation intrinsèque. Par ailleurs, Julie s'est fixé un objectif à atteindre quant à ses résultats en mathématiques, lui permettant ainsi d'accéder aux mathématiques « fortes » de quatrième secondaire. Il s'agit d'un indice de régulation mixte du fait que cette source de motivation externe est complémentaire aux intérêts personnels de Julie.

La situation est demeurée inchangée selon l'analyse des données issues de l'entrevue finale par rapport à la régulation de la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques.

4.3.4. Engagement cognitif et persévérance

Concernant l'engagement cognitif et la persévérance de Julie lorsqu'elle apprend les mathématiques, l'analyse des résultats issus des entrevues initiale et finale mènent au même constat. En effet, les données recueillies lors des deux entrevues montrent le déploiement d'un engagement cognitif important de la part de Julie lorsqu'elle se trouve en classe de mathématiques. De plus, Julie demeure persévérante devant les difficultés qui se sont présentées à elle lors de ses apprentissages. Elle souligne, tout comme le confirme son enseignant, qu'elle parvient toujours à comprendre les notions mathématiques enseignées en classe. Les résultats indiquent le maintien de son engagement cognitif et de sa persévérance, signe d'une grande motivation pour l'apprentissage mathématiques, et ce, après les activités de programmation informatique.

4.3.5. En résumé

À partir de l'analyse des résultats ayant trait au cas de Julie, nous avons qualifié la contribution de chaque composante analysée à la dynamique motivationnelle de l'élève

avant et après la participation de l'élève à l'activité parascolaire de programmation informatique. Le résultat de cet exercice se trouve dans le tableau 4.

Tableau 4

Synthèse des résultats pour Julie

	Avant	Après
Buts d'apprentissage	Maîtrise Performance	Maîtrise Performance
Utilité des mathématiques	Moyenne	Élevée
Attributions causales	Interne Contrôlable Dynamique	Interne Contrôlable Dynamique
Sentiment de compétence	Moyen- élevé	Élevé
Régulation des apprentissages	Mixte- interne	Mixte- interne
Engagement cognitif	Élevé	Élevé
Persévérance	Élevée	Élevée

À partir de l'analyse des résultats en lien avec le cas de Julie, nous avons représenté visuellement l'évolution de la motivation de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques dans la figure 7 ci-dessous. Pour chaque composante de la dynamique motivationnelle analysée, deux colonnes sont présentes. La colonne de gauche (en gris) représente l'état initial, tandis que la colonne de droite pour cette même composante (en noir) en représente l'état final. Notons que la hauteur des colonnes a été déterminée selon la méthode décrite précédemment à la section 2.3.5 du présent chapitre.

Dans le cas de Julie, nous constatons que les données recueillies montrent une dynamique motivationnelle finale très favorable à l'apprentissage des mathématiques.

De plus, la perception de l'élève quant à l'utilité des mathématiques, ainsi que le sentiment de compétence sont les deux seules composantes qui ont évolué de manière à constater une différence entre les entrevues initiales et finales.

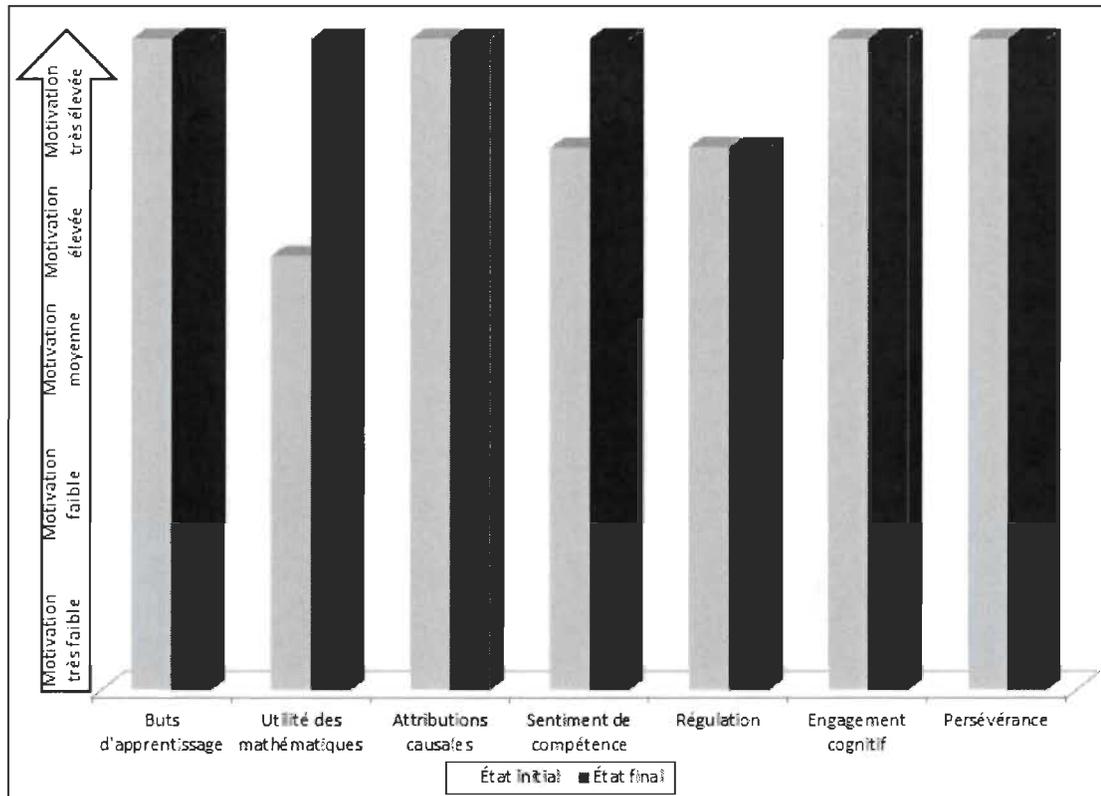


Figure 7. Évolution de la motivation de Julie pour l'apprentissage des mathématiques.

4.4. Liens entre les mathématiques et la programmation selon Julie

La présente recherche ayant pour but de documenter l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique sur la motivation pour l'apprentissage des mathématiques, il est nécessaire d'analyser les propos de l'élève quant à sa perception des liens entre les deux disciplines.

D'entrée de jeu, soulignons que Julie a apprécié apprendre la programmation informatique à l'aide du langage Visual Basic.NET (VB). En effet, elle dit au début : « J'ai aimé faire de la programmation. C'était intéressant; c'est quelque chose de nouveau. » À un autre moment de l'entrevue finale, nous avons questionné Julie afin de savoir si elle serait intéressée à faire de la programmation informatique dans le futur. Elle répond : « Je crois que j'aurais le goût d'en refaire, de la programmation, mais ça dépend quoi. J'aimerais qu'il y ait quelqu'un qui me le montre. Si c'est un cours en option, je crois que je serais intéressée à m'inscrire parce que j'aime ça l'informatique. » À la lumière de ces propos, l'intérêt de l'élève pour l'apprentissage de la programmation informatique semble fragile.

L'analyse du discours de Julie lors de l'entrevue finale montre aussi qu'elle perçoit des similitudes entre les mathématiques et la programmation informatique. Cependant, bien que l'élève affirme percevoir ce lien, ses propos ne sont pas clairs à ce sujet. Elle ne réussit pas à nommer concrètement les éléments communs aux deux disciplines.

Lorsque nous avons demandé à Julie si elle pense avoir utilisé ses connaissances mathématiques pour faire de la programmation, elle répond par l'affirmative : « [hésitation] Sûrement. En tout cas, oui, mais je ne sais pas quoi. [...] Je sais qu'il y a quelque chose, mais je ne trouve pas les mots. » Nous déduisons de ces propos que, si Julie perçoit clairement un lien entre les deux disciplines, ce dernier demeure flou. Elle semble incapable de préciser sa pensée.

Avec la détermination et la persévérance qui la caractérisent, Julie est revenue sur le lien perçu entre les deux disciplines un peu plus tard dans l'entrevue. Elle s'est souvenue d'une information intéressante : « pour programmer, il fallait bâtir des formules pour donner un ordre à l'ordinateur de faire telle ou telle chose. Ce sont des formules qui ressemblent beaucoup à celles qu'on voit en math. » Ces propos confirment qu'elle perçoit ses connaissances mathématiques comme étant utiles lorsqu'elle fait de la programmation informatique.

En somme, il appert que Julie perçoit vaguement l'utilité des connaissances mathématiques dans l'accomplissement des tâches de programmation informatique.

5. Présentation sommaire des résultats

À la suite de la présentation des résultats au sujet de Pierre, Keven et Julie, nous croyons pertinent de synthétiser l'information contenue dans le présent chapitre. Les principaux résultats sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 5), permettant ainsi de mieux aborder le chapitre suivant.

Tableau 5

Sommaire des résultats

	Pierre		Keven		Julie	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
Buts d'apprentissage	Maîtrise	Maîtrise Performance	Performance- éviterment	Performance	Maîtrise Performance	Maîtrise Performance
Utilité des mathématiques	Moyenne	Élevée	Très faible	Moyenne	Moyenne	Élevée
Attributions causales	Interne Contrôlable	Interne Contrôlable Dynamique	Interne et externe Incontrôlable	Interne Contrôlable Dynamique	Interne Contrôlable Dynamique	Interne Contrôlable Dynamique
Sentiment de compétence	Moyen	Moyen-élevé	Faible	Moyen-élevé	Moyen-élevé	Élevé
Régulation des apprentissages	Mixte	Mixte	Externe	Mixte	Mixte-interne	Mixte-interne
Engagement cognitif	Moyen	Élevé	Très faible	Moyen-faible	Élevé	Élevé
Persévérance	Moyenne	Moyenne- Élevée	Très faible	Moyenne- faible	Élevée	Élevée

CHAPITRE 5 – INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Ce chapitre a pour objectif de mettre en perspective les résultats issus d'une analyse qualitative présentés dans les pages précédentes. Cette analyse a été établie selon les éléments phares du cadre conceptuel et a permis d'atteindre les objectifs de la recherche. Rappelons que l'objectif principal de cette recherche était de documenter l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour les mathématiques chez des élèves du secondaire. Pour arriver à cette fin, nous avons poursuivi trois sous-objectifs. Le premier était de décrire et analyser la motivation des élèves participants à apprendre les mathématiques à deux moments distincts de la troisième secondaire : avant et après la participation à une activité parascolaire de programmation informatique. Le deuxième sous-objectif consistait à comparer les dynamiques motivationnelles des élèves avant et après l'apprentissage de la programmation informatique. Le troisième sous-objectif avait trait à la perception de l'élève quant aux liens entre les mathématiques et la programmation informatique.

Dans les paragraphes qui suivent, nous discutons les résultats présentés au chapitre précédent. Nous comparerons les trois cas, ce qui nous permettra de présenter des conclusions que nous mettrons en perspective. Il sera question de l'apprentissage de la programmation informatique comme déclencheur potentiel de changements dans la dynamique motivationnelle. Nous expliquerons ces changements par l'émergence d'un projet d'avenir chez les élèves en lien avec leur apprentissage de la programmation informatique d'une part, et par leur perception des liens entre la programmation informatique et les mathématiques. Nous proposerons finalement une explication quant au mécanisme d'amélioration de la motivation pour l'apprentissage des mathématiques lorsque l'élève participe à une activité parascolaire de programmation informatique.

1. Synthèse des trois cas étudiés

Afin de permettre au lecteur de mieux saisir les subtilités de l'interprétation des résultats de l'étude, nous commençons par présenter quelques observations. En premier lieu, nous identifions quelques caractéristiques des participants notamment en ce qui concerne leur parcours scolaire. Nous poursuivrons en comparant la dynamique motivationnelle finale chez les trois élèves. Nous discuterons ensuite de l'évolution de chaque composante de la dynamique motivationnelle des participants.

1.1. Particularités des élèves participants

Des trois participants à l'étude, rappelons que Pierre et Keven sont inscrits dans une classe de troisième secondaire où un projet pédagogique particulier est mis en œuvre. En effet, dans cette classe, tous les élèves possèdent un ordinateur portable qu'ils utilisent tout au long de la journée, mis à part les cours d'art et d'éducation physique. Ainsi, ils ont déjà un bon niveau d'habileté et de connaissances du fonctionnement général de l'ordinateur. Ils utilisent régulièrement les logiciels de bureau de la suite Microsoft Office, l'Internet, et savent utiliser un disque réseau pour le stockage des données. Kevin se démarque des autres élèves de sa classe parce qu'il est un passionné d'informatique. Il aime tout ce qui s'y rapporte : créer et héberger des sites web, s'adonner à des jeux, partager des photos et des vidéos, etc. Julie, de son côté, est inscrite dans une classe régulière. Elle n'a pas accès à un ordinateur portable en classe et il n'y a aucune orientation particulière quant à l'informatique dans la pédagogie de ses enseignants. Par ailleurs, l'utilisation ponctuelle de l'ordinateur est demandée pour l'exécution d'une recherche d'informations, par exemple.

1.2. Comparaison de la motivation finale des élèves

L'entrevue finale a permis de dégager un portrait de la dynamique motivationnelle chez les trois élèves après leur participation à une activité d'apprentissage de la programmation informatique. La figure 8 illustre la dynamique motivationnelle finale des trois participants selon les composantes de la motivation présentées dans le chapitre consacré au cadre de référence de la recherche. Ce graphique a été construit à partir des figures présentées dans le chapitre 4.

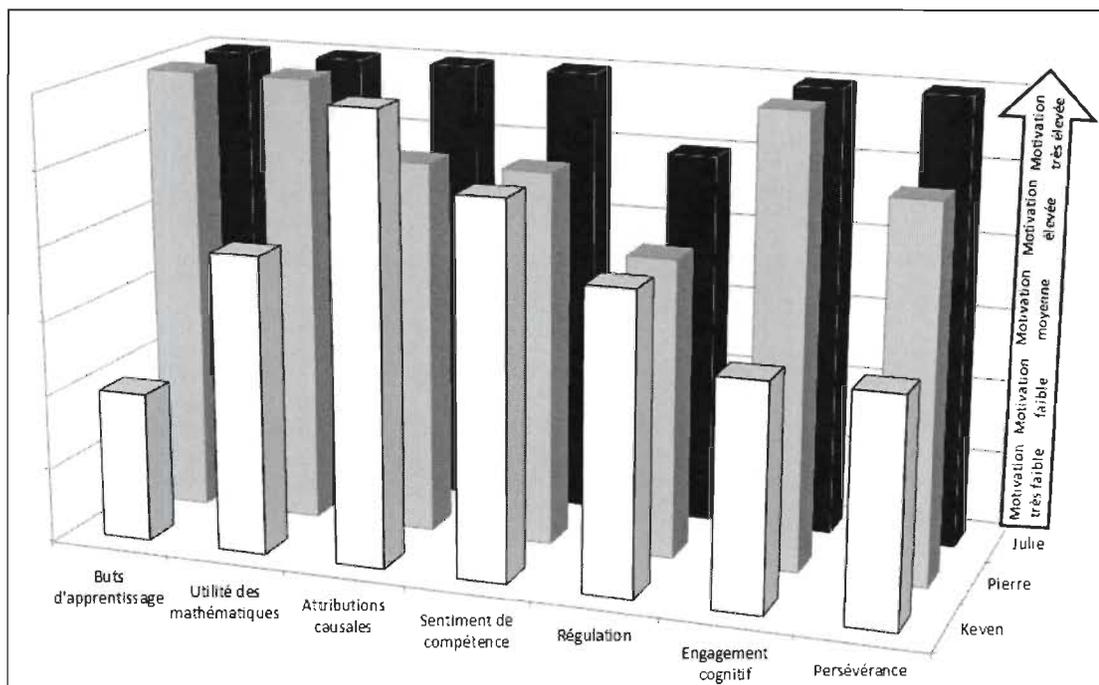


Figure 8. La dynamique motivationnelle finale chez les trois participants

Nous pouvons visuellement comparer les trois cas et apprécier les distinctions entre les élèves. Par exemple, on peut constater que Julie (en noir) est davantage motivée que ses deux collègues. De même, pour Keven (en blanc), les buts d'apprentissage et la perception de l'utilité des mathématiques représentent des points faibles qui pourraient devenir des leviers pour favoriser l'engagement cognitif et la persévérance de l'élève. Nous y reviendrons dans les paragraphes suivants.

carré plat dans le graphique. C'est le cas chez Julie pour les composantes des buts d'apprentissage, des attributions causales, de la régulation des apprentissages, de l'engagement cognitif et de la persévérance. Précisons toutefois qu'une faible évolution n'implique aucunement une faible motivation. En effet, chez Julie, nous notons une motivation constante très élevée pour l'apprentissage des mathématiques du début à la fin de sa participation à la présente recherche. À l'inverse, Keven montre une amélioration notable de la plupart des composantes motivationnelles en lien avec l'apprentissage des mathématiques, alors qu'il est toujours moins motivé que Julie.

Plus particulièrement, nous observons que la composante des attributions causales chez Keven, qui lui permettent d'expliquer sa réussite en mathématiques, est celle qui a subi la plus forte amélioration. D'autres éléments se démarquent. Nous constatons que la composante de la régulation des apprentissages s'est améliorée seulement chez Keven. De plus, de façon globale, les buts d'apprentissage ont peu évolué au cours de la participation des élèves à l'activité parascolaire de programmation informatique. Ces observations, ainsi que l'ensemble de la figure 9, illustrent bien l'interprétation des résultats qui suit.

Dans les lignes qui suivent, nous concentrons notre interprétation des résultats sur l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique quant à la perception de l'utilité de l'apprentissage des mathématiques par les élèves.

2. L'apprentissage de la programmation informatique comme déclencheur potentiel de changements dans la dynamique motivationnelle

L'analyse des résultats révèle que la perception des trois participants à la présente recherche quant à l'utilité des mathématiques s'est améliorée entre l'entrevue initiale et l'entrevue finale. Chez Pierre et Keven, ce changement survient alors que l'engagement cognitif et la persévérance en contexte d'apprentissage des mathématiques sont aussi en

hausse. Ces résultats sont cohérents avec le modèle de Viau (2009) selon lequel la perception d'utilité d'une tâche d'apprentissage favorise la motivation de l'élève par une augmentation de l'engagement cognitif et de la persévérance. Chez Julie, malgré l'amélioration de sa perception de l'utilité des mathématiques, aucun changement n'a été décelé quant à son niveau d'engagement cognitif et à sa persévérance en classe de mathématiques. Nous expliquons ce fait par le niveau déjà très élevé d'engagement cognitif et de persévérance de Julie lors de l'entrevue initiale. Ils ne pouvaient vraisemblablement pas être haussés dans l'entrevue finale. Nous croyons que le niveau initial d'engagement cognitif et de persévérance de Julie trouve sa source, non seulement dans sa perception de l'utilité des mathématiques, mais aussi dans d'autres sphères qu'il reste à explorer.

Middleton, Kaplan et Midgley (2004), de même que Chouinard et Roy (2008) ont établi une forte interrelation entre la perception de l'utilité d'une discipline scolaire, le sentiment de compétence et les buts d'apprentissage. Notre constat corrobore les affirmations de ces chercheurs en ce qui concerne l'amélioration de la perception de l'utilité des mathématiques et les changements décelés quant aux buts d'apprentissage des élèves et à leur sentiment de compétence. En effet, chez Pierre et Keven, ces trois composantes évoluent positivement entre l'entrevue initiale et l'entrevue finale. Du côté de Julie, au moment de l'entrevue initiale, les buts d'apprentissage étaient déjà constitués d'une combinaison d'un but de performance et d'un but de maîtrise. La situation est demeurée inchangée. Toutefois, nous avons pu constater chez elle une amélioration de la perception de l'utilité des mathématiques et un meilleur sentiment de compétence.

3. Motivation soutenue par l'émergence d'un projet d'avenir

Comme il a déjà été mentionné au chapitre IV, Pierre, Keven et Julie ont réfléchi à leur projet d'avenir tout au long de l'année scolaire pendant leur participation à la présente

recherche. L'analyse des résultats révèle que les trois participants, au moment de l'entrevue finale, aimeraient se diriger vers des domaines d'étude qui nécessitent une certaine maîtrise des mathématiques. À la suite de leur participation à l'activité parascolaire de programmation informatique, Pierre et Keven souhaitent s'orienter avec plus de certitude vers le domaine de l'informatique. Julie, de son côté penche plutôt pour la médecine vétérinaire. Cette dernière connaît déjà les exigences du parcours qu'elle désire entreprendre à propos des mathématiques et des sciences. Cela pourrait expliquer l'amélioration de sa perception de l'utilité des mathématiques au cours de sa participation à la recherche, bien qu'elle ne soit pas liée de façon évidente à son apprentissage de la programmation informatique. Pierre et Keven, de leur côté, ont tous deux affirmé qu'ils reconnaissent la nécessité de réussir leur cours de mathématiques pour pouvoir poursuivre leurs études dans le domaine de l'informatique. Compte-tenu des liens qu'ils perçoivent entre la programmation informatique et les mathématiques, cette prise de conscience pourrait avoir amélioré leur perception de l'utilité des mathématiques, ainsi que leurs buts d'apprentissage dorénavant axés davantage sur la maîtrise des concepts mathématiques. Ces changements peuvent avoir favorisé l'engagement cognitif et la persévérance des élèves lorsqu'ils apprennent les mathématiques. Cette interprétation s'inscrit dans la continuité des travaux de Walker (2009) qui décrit la perception instrumentale de l'apprentissage ayant pour effet de favoriser l'adoption d'un but de maîtrise et un meilleur engagement cognitif chez l'élève.

Il existe un résultat intéressant que nous n'avions pas prévu au début du processus de recherche. Nous constatons que la participation à l'activité parascolaire de programmation informatique peut avoir favorisé la découverte du domaine de l'informatique comme avenue possible à la réalisation du projet de carrière chez deux des trois participants. En effet, lors de l'entrevue initiale, Pierre se questionnait à propos du métier d'ingénieur informatique. Au moment de l'entrevue finale, ses propos montrent qu'il se dirige avec plus de certitude vers une carrière du domaine des sciences

informatiques. Il est davantage conscient de l'importance du développement de ses compétences en mathématiques pour exercer sa future profession. Keven, de son côté, a vécu un changement beaucoup plus spectaculaire à ce sujet. Il ignorait ce qu'il voulait faire dans la vie et il détestait les mathématiques. Après avoir complété l'activité de programmation informatique, il est devenu un jeune homme qui semble avoir découvert une voie à explorer et qui a conscience de l'importance des mathématiques pour sa future carrière. Il est possible que la participation de Pierre et de Keven à l'activité de programmation les ait conduits à se connaître davantage. Il pourrait s'agir de l'un des facteurs ayant favorisé l'amélioration de leur perception quant à l'utilité des mathématiques ainsi que les transformations de leurs buts d'apprentissage. Selon l'entrevue finale, qui fait suite à leur participation à l'activité de programmation informatique, Pierre et Keven poursuivent dorénavant des buts d'apprentissage indiquant davantage leur motivation pour les mathématiques en vue de réaliser un projet de carrière.

4. Amélioration de la motivation pour les mathématiques

L'analyse des données des entrevues initiale et finale indique, pour les trois cas, une évolution positive de la dynamique motivationnelle à égard de l'apprentissage des mathématiques. Ces résultats vont à l'encontre de ceux de Middleton *et al.* (2004) et de Chouinard et Roy (2008) en ce qui concerne l'évolution de la motivation des élèves pour les mathématiques. Selon ces auteurs, les élèves voient leur motivation pour l'apprentissage des mathématiques décliner à mesure qu'ils cheminent dans leur parcours scolaire. Chouinard et Roy (2008) précisent que cette diminution de la motivation dans le temps est particulièrement marquée chez les élèves de la troisième à la cinquième secondaire. Chez les élèves participant à notre recherche, nous constatons une amélioration de la motivation pour l'apprentissage des mathématiques au cours de la troisième année du secondaire. Nous observons cette tendance chez Pierre et Keven en

nous attardant à leurs buts d'apprentissage, leur perception de l'utilité des mathématiques et leur sentiment de compétence. Chez Julie, ce sont la perception de l'utilité des mathématiques et le sentiment de compétence qui ont évolué favorablement. Comme mentionné précédemment, ce résultat pourrait être associé au fait que Pierre, Keven et Julie ont participé à une activité parascolaire de programmation informatique, ce qui peut avoir eu un effet sur l'amélioration de leur perception de l'utilité des mathématiques.

Quant à l'intensité de l'amélioration de leur motivation pour l'apprentissage des mathématiques, nous remarquons que Julie, l'élève initialement la plus motivée, a connu la plus faible amélioration. À l'inverse, chez Kevin, qui était initialement très peu motivé, nous avons constaté une amélioration significative de sa motivation. Quant à Pierre, qui manifestait initialement une motivation moyenne pour les mathématiques, il a montré une moins grande amélioration de sa motivation. Il n'est pas surprenant qu'un élève très peu motivé comme Kevin améliore davantage sa motivation qu'un élève déjà très motivé, comme Julie. À partir de ces observations, il est pertinent de se demander quel rôle peut jouer la participation volontaire d'un élève à une activité d'apprentissage de la programmation informatique. Nous pourrions supposer que ce rôle, par rapport à la motivation pour l'apprentissage des mathématiques, variera selon la motivation initiale de l'élève.

5. Perception des liens entre mathématiques et programmation informatique

Les élèves qui ont participé à l'activité de programmation informatique ont, à des degrés divers, perçu des liens entre cette discipline et les mathématiques. Tel que mentionné dans le chapitre précédent, Pierre et Keven ont pris conscience de l'utilité de leurs connaissances et de leurs compétences en mathématiques dans la création de programmes informatiques. Julie a affirmé être consciente de l'existence de tels liens, sans toutefois pouvoir les expliquer clairement. Il est intéressant de constater que l'élève

le plus enthousiaste à propos de l'informatique, Keven, est celui qui perçoit le plus clairement les applications mathématiques en informatique. À ce sujet, Tardif (1999) soutient que les élèves doivent réinvestir leurs connaissances et leurs compétences dans de nouveaux contextes afin de bien saisir leur utilité réelle dans la vraie vie. Il est donc possible que la prise de conscience de Keven quant à la nécessité d'appliquer ses connaissances mathématiques pour faire de la programmation ait favorisé l'amélioration de sa perception de l'utilité des mathématiques. Cette affirmation corrobore les propos de Dufoyer (1988), selon lequel « la conception de programmes informatiques est perçue comme un exercice qui encourage à l'étude des mathématiques ».

Des trois participants, Keven est celui qui a le plus de difficulté à apprendre les mathématiques. Pour cette raison, l'élève a dû réviser les propriétés de la division afin de mener à terme l'un de ses projets de programmation informatique. Il l'a fait sans se faire prier, voulant relever un défi dans une activité qu'il aime réaliser. De même, Pierre a dû s'efforcer de comprendre davantage les probabilités lorsqu'il a eu recours à cette notion essentielle à la programmation d'un jeu de dés simple, une notion qu'il trouve pourtant difficile à saisir en classe de mathématiques. Les deux participants ont ainsi eu l'occasion de mieux comprendre l'importance et l'utilité de leurs compétences et de leurs connaissances mathématiques. Cela pourrait expliquer qu'ils perçoivent mieux que Julie les liens entre les mathématiques et la programmation informatique.

6. L'apprentissage de la programmation informatique comme moteur de la motivation pour l'apprentissage des mathématiques

En plus de l'amélioration de la perception de l'utilité des mathématiques, de l'adoption de buts de maîtrise et de performance, d'un engagement cognitif accru et d'une plus forte persévérance, nos résultats indiquent, chez Pierre et Keven, une amélioration du sentiment de compétence ainsi qu'une modification positive des attributions causales relativement à leur succès ou à leurs difficultés en mathématiques. Nous croyons que

leur participation à une activité parascolaire d'apprentissage de la programmation informatique n'y est pas étrangère. Pour ce qui est de Keven, nous notons aussi motivation davantage autodéterminée. Ces résultats corroborent les écrits scientifiques décrivant la multitude de liens qui se tissent entre les composantes de la dynamique motivationnelle. Chouinard *et al.* (2007) indiquent que les comportements associés à l'engagement cognitif et à la persévérance, tel l'effort déployé par l'élève, sont directement influencés par le sentiment de compétence, de même que par les buts d'apprentissage. De plus, Greene *et al.* (1999) soulignent que la perception de l'utilité d'un apprentissage par un élève influence le niveau d'effort qu'il consent à déployer. Nos résultats correspondent aux observations de ces auteurs et les précisent.

Nous avons déjà mentionné que l'apprentissage de la programmation informatique peut avoir favorisé une meilleure perception de l'utilité des mathématiques. Il est possible de prétendre que, pour Pierre et Keven, l'apprentissage de la programmation informatique pourrait avoir favorisé l'amélioration de leur motivation à apprendre les mathématiques. Nous proposons de schématiser les interactions entre les différentes composantes de la dynamique motivationnelle quant à l'apprentissage des mathématiques en tenant compte de l'apport de l'apprentissage de la programmation informatique. Des précisions sur ces liens sont énoncées dans les paragraphes qui suivent.

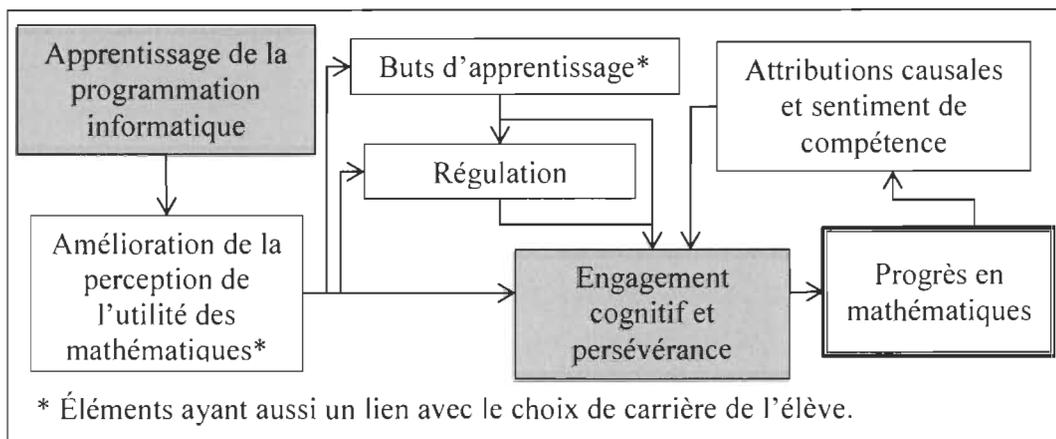


Figure 10. Influence de l'apprentissage de la programmation informatique sur la motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

La figure 10 illustre les liens entre les composantes de la dynamique motivationnelle. Ceux-ci permettent d'expliquer comment l'apprentissage de la programmation informatique peut influencer la motivation à apprendre les mathématiques et ainsi favoriser la réussite de l'élève dans cette discipline.

Selon notre analyse des résultats, il est plausible d'affirmer que l'apprentissage de la programmation informatique a favorisé la perception de l'utilité de l'apprentissage des mathématiques chez Keven et Pierre. Il s'agirait, selon notre interprétation, de l'élément clé permettant de démarrer une suite de modifications entraînant l'adoption par l'élève de comportements susceptibles de favoriser l'apprentissage des mathématiques. L'élève peut percevoir l'utilité des mathématiques à court terme pour l'apprentissage de la programmation informatique, mais aussi à plus long terme. En effet, Pierre et Kevin entrevoient l'utilité de leurs apprentissages en mathématiques lorsqu'ils pensent à leur choix de carrière.

Cette perception d'utilité des mathématiques aurait un effet favorable sur les buts d'apprentissage et sur la régulation des apprentissages des mathématiques. Par exemple, chez Pierre et Keven, le fait d'avoir recours à des concepts mathématiques pour mener à terme des projets de programmation informatique peut les avoir encouragés à comprendre davantage les mathématiques, ce qui peut correspondre à l'adoption d'un but de maîtrise. Dans une visée à plus long terme, les trois élèves ont pris conscience de l'importance de la place des mathématiques et de leur utilité dans leur projet de carrière. Ces prises de conscience peuvent agir sur la dynamique motivationnelle en améliorant les buts d'apprentissage, possiblement par l'adoption d'un but de maîtrise quant à l'apprentissage des mathématiques, et en favorisant une régulation des apprentissages davantage autodéterminée.

Ces trois composantes motivationnelles (perception d'utilité des mathématiques, buts d'apprentissage et régulation) peuvent avoir favorisé des comportements associés à l'engagement cognitif et à la persévérance menant à des progrès en mathématiques. En

effet, particulièrement chez Keven, nous avons constaté une amélioration significative à ce sujet. Quant à Pierre, il a amélioré son engagement cognitif lorsqu'il apprend les mathématiques.

Le fait d'être davantage attentif en classe et d'augmenter les efforts déployés dans l'exécution des travaux et l'étude peut favoriser l'amélioration des résultats en mathématiques. S'ensuivent alors de nouvelles attributions causales. L'élève associe son progrès à l'effort déployé, une cause interne et contrôlable de son succès sur laquelle il a un pouvoir, et il améliore son sentiment de compétence. Cette prise de conscience nourrit la confiance en son potentiel d'apprendre et suscite l'engagement cognitif et la persévérance.

L'ensemble des composantes de la dynamique motivationnelle forme une boucle. À partir des interactions illustrées et décrites, il est plausible de prétendre que l'apprentissage de la programmation informatique favorise la motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

CONCLUSION

Notre recherche avait pour but de documenter l'apport possible de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour les mathématiques chez des élèves du secondaire. Nous avons utilisé une approche qualitative pour atteindre ce but. Les données analysées proviennent d'entrevues individuelles menées auprès de trois élèves de troisième secondaire, ainsi que de leur enseignant de mathématiques, et ce, avant et après leur participation à une activité parascolaire d'apprentissage de la programmation informatique.

1. Synthèse des principaux résultats

Afin d'atteindre l'objectif principal de la recherche, nous avons défini trois sous-objectifs spécifiques. Les deux premiers consistaient à décrire et analyser la dynamique motivationnelle par rapport à l'apprentissage des mathématiques chez les trois élèves participant à la recherche, et à en dégager l'évolution entre l'entrevue initiale, avant l'apprentissage de la programmation informatique, et l'entrevue finale à la suite de l'activité parascolaire d'apprentissage de la programmation informatique. Notre analyse des résultats indique que la dynamique motivationnelle pour l'apprentissage des mathématiques des trois élèves ayant participé à la recherche a évolué positivement. Nous avons aussi constaté que l'élève le moins motivé au départ est celui dont la motivation s'est le plus améliorée et que, inversement, la motivation de l'élève très motivée au départ a changé de manière peu significative.

Le troisième sous-objectif spécifique de la recherche visait l'analyse de la perception des élèves participants quant aux liens pouvant exister entre les mathématiques et la

programmation informatique. Deux des trois élèves participant à notre étude croient qu'il existe un lien concret entre les mathématiques et la programmation informatique. Ces élèves croient qu'ils utilisent leurs connaissances et leurs compétences en mathématiques lorsqu'ils font de la programmation informatique. Rappelons que ces deux élèves sont ceux ayant un intérêt développé pour l'informatique. Ce sont aussi ces deux mêmes élèves qui ont manifesté la plus forte amélioration de leur motivation pour l'apprentissage des mathématiques. Nous croyons, à la lumière de ces résultats, que l'apprentissage de la programmation informatique peut mener l'élève à constater de lui-même l'utilité des mathématiques et, par le fait même, favoriser chez lui une meilleure motivation pour l'apprentissage de cette discipline.

Un autre résultat, imprévu au départ, est apparu dans notre analyse des résultats. Chez les trois élèves ayant participé à la recherche, une réflexion quant au choix de carrière a eu lieu. Les deux participants percevant le plus clairement les liens entre les mathématiques et la programmation informatique pensent s'orienter vers une carrière dans le domaine de l'informatique, un domaine où les mathématiques ont une place prépondérante. La participation d'un élève à une activité parascolaire de programmation informatique pourrait donc lui permettre d'entamer une réflexion sur son choix de carrière, particulièrement chez celui qui se découvre une passion pour la programmation informatique. Cette réflexion de l'élève pourrait favoriser sa motivation à apprendre les mathématiques par la découverte de l'importance de cette discipline dans le domaine de l'informatique.

2. Apport scientifique

Par son originalité, cette recherche contribue à l'avancement des connaissances quant à l'apprentissage de la programmation informatique à l'école secondaire. En effet, à notre connaissance, il n'existait pas d'écrits relevant les liens possibles entre l'apprentissage

de la programmation informatique et la motivation pour les mathématiques au secondaire.

Nos résultats illustrent que l'apprentissage de la programmation informatique peut influencer positivement la motivation des élèves pour l'apprentissage des mathématiques. Nous ajoutons ce résultat à ceux d'auteurs ayant décrit l'apport de l'intégration des TIC à l'école en tant qu'outil favorisant l'activité cognitive supérieure (Cox *et al.*, 2003a; Karsenti *et al.*, 2012b; Matchinda, 2008). Nous enrichissons aussi les travaux des auteurs ayant exposé des liens entre la programmation informatique et les mathématiques (Arsac, 1991; Duchateau, 1989; Dufoyer, 1988; Johnson, 2000; Schaefer et Warren, 2004; Wittwer et Senkbeil, 2008).

L'apport particulier de notre travail réside dans l'exploration scientifique de l'apport de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour l'apprentissage des mathématiques. D'autres recherches seront nécessaires pour approfondir le sujet.

3. Apport social

Comme les résultats de la présente recherche illustrent les liens possibles entre l'apprentissage de la programmation informatique et la motivation pour les mathématiques, ils peuvent inciter les acteurs du milieu scolaire, comme les enseignants et les directions d'établissement, à offrir aux élèves des activités d'apprentissage de la programmation informatique. Les enseignants de mathématiques pourraient utiliser l'enseignement de la programmation informatique dans un contexte de différenciation pédagogique pour des élèves ciblés, susceptibles de devenir plus motivés pour les mathématiques au contact d'un tel enseignement.

Par ailleurs, lorsque le contexte le permet, l'ensemble des élèves pourrait tirer profit de l'apprentissage de la programmation informatique. Cet apprentissage favoriserait une

réflexion personnelle quant au choix de carrière et, par le fait même, quant aux études postsecondaires. En raison des réussites vécues, il pourrait avoir des effets non seulement sur la motivation pour l'apprentissage des mathématiques, mais aussi sur la motivation scolaire en général et sur la persévérance scolaire qui mène à l'obtention d'un diplôme d'études secondaires.

4. Limites de la recherche

La présente recherche repose sur une approche qualitative. Plus précisément, nous avons mis en place une étude multicas. On sait que l'étude de cas requiert une analyse approfondie du discours des participants. Elle conduit ainsi à une connaissance en profondeur de l'objet de recherche (Karsenti et Demers, 2004). Par ailleurs, le temps requis pour l'approfondissement du discours des participants oblige le chercheur à en limiter le nombre. Bien que notre analyse révèle des éléments qui se recourent d'un cas à l'autre, nous ne prétendons pas à la généralisation des résultats obtenus (Fortin, 2006).

Une autre limite de la recherche concerne la validité des données. Bien que nous ayons pris soin de valider le discours des élèves en le triangulant avec celui de leur enseignant de mathématiques, il aurait été intéressant d'utiliser d'autres sources d'informations pour compléter l'étude de cas. Par exemple, nous aurions pu recueillir et analyser de l'information à propos des progrès des élèves en mathématiques tout au long de leur participation à la recherche en lien avec leurs propos quant à leur sentiment de compétence en mathématiques.

Par ailleurs, soulignons la possibilité de l'existence de l'effet Rosenthal malgré les efforts de rigueur du chercheur. En effet, la participation de ce dernier aux quinze séances d'apprentissage de la programmation informatique et aux entrevues semi-dirigées peut avoir induit des changements de comportement chez les élèves, modifiant les résultats par le fait même (Van der Maren, 1977).

S'il n'est pas possible d'affirmer avec certitude que l'apprentissage de la programmation informatique a eu un effet direct sur la motivation des participants pour les mathématiques, il importe de prendre en considération que les questions des entrevues faisaient en sorte de circonscrire les effets de la programmation autour de l'apprentissage des mathématiques.

5. Pistes de recherche

Ce mémoire offre une contribution scientifique importante en explorant pour la première fois, à notre connaissance, l'apport de l'apprentissage de la programmation informatique à la motivation pour l'apprentissage des mathématiques au secondaire. D'autres recherches seront nécessaires afin de pousser plus loin les investigations relatives à la perception du sens et de l'utilité des tâches scolaires, notamment en étudiant d'autres composantes de la motivation et d'autres aspects de la persévérance scolaire. Par exemple, des chercheurs pourraient vérifier, avec une méthode de recherche appropriée, dans quelles conditions l'apprentissage de la programmation informatique peut favoriser la motivation pour les mathématiques ou, plus globalement, la motivation scolaire.

Nous suggérons aussi la réalisation d'une recherche-action portant sur l'intégration de l'enseignement de la programmation informatique dans les classes de mathématiques comme outil pédagogique à l'occasion de l'enseignement de concepts communs aux deux disciplines. Il serait intéressant d'analyser le réinvestissement des connaissances acquises et des compétences développées en programmation informatique dans la résolution de problèmes mathématiques.

En conclusion, cette recherche a permis de contribuer à l'avancement des connaissances en ce qui concerne la motivation pour les mathématiques. Selon nos résultats, il y a lieu

de prétendre que l'apprentissage de la programmation informatique peut amener un élève à se projeter dans le futur et à envisager une profession qui nécessite l'apprentissage des mathématiques. Bien que les trois élèves aient présenté une amélioration de leur motivation à apprendre les mathématiques, nous avons constaté chez deux d'entre eux, que l'apprentissage de la programmation informatique peut avoir été un élément favorisant l'amélioration de leur motivation pour les mathématiques, notamment en améliorant leur perception de l'utilité de l'apprentissage des mathématiques.

RÉFÉRENCES

- Arsac, J. (1991). Algorithmique et langages de programmation. *Le bulletin de l'EPI*, 64, 115-124.
- Bandura, A. (2003). *Auto-efficacité, le sentiment d'efficacité personnelle*. Paris: De Boeck Université.
- Barbeau, D., Montini, A. et Roy, C. (1997). Comment favoriser la motivation scolaire. *Pédagogie collégiale*, 11, 9-13.
- Barrette, C. (2004). Vers une métasynthèse des impacts des TIC sur l'apprentissage et l'enseignement dans les établissements du réseau collégial québécois - De la recension des écrits à l'analyse conceptuelle. *Bulletin collégial des technologies de l'information et des communications*, 55.
- Birebent, A., Nguyen, C. T. et Equipe DDM, L. L., Grenoble. (2005). Conception d'une ingénierie didactique pour l'introduction d'éléments d'algorithmique et de programmation dans l'enseignement secondaire des mathématiques. *Les cahiers Leibniz*, 125.
- Boucher, S. (2006). *Analyse de la contribution des technologies de l'information et de la communication à la motivation des étudiantes et des étudiants des techniques de l'informatique au niveau collégial*. Maîtrise en éducation, Université de Sherbrooke, Sherbrooke.
- Brophy, J. E. (2004). *Motivating students to learn*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates.
- Chouinard, R., Karsenti, T. et Roy, N. (2007). Relations among competence beliefs, utility value, achievement goals, and effort in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 77, 501-517.
- Chouinard, R. et Roy, N. (2008). Changes in high-school students' competence beliefs, utility value and achievement goals in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 31-50.

- Cosnefroy, L. (2004). Apprendre, faire mieux que les autres, éviter l'échec: l'influence de l'orientation des buts sur les apprentissages scolaires. *Revue Française de Pédagogie*(147), 107-128.
- Cox, M., Abbott, C., Webb, M., Blakeley, B., Beauchamp, T. et Rhodes, V. (2003a). ICT and attainment: A review of the research literature - ICT in Schools Research and Evaluation Series - No. 17 (pp. 48): Becta.
- Deci, E. L. et Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Deci, E. L. et Ryan, R. M. (2004). *Handbook of self-determination research*. Rochester, N.Y.: University of Rochester Press.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G. et Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: the self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3), 325-346.
- Duchateau, C. (1989). Quand le savoir ne suffit plus... (ou Qu'y a-t-il au coeur de la pensée algorithmique et de la programmation?) (pp. 11): Centre pour la Formation à l'Informatique dans le Secondaire (CeFIS).
- Dufoyer, J.-P. (1988). *Informatique, éducation et psychologie de l'enfant*. Paris: presses universitaires de France.
- Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040-1048.
- Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. Dans A. J. Elliot et C. S. d. Dweck (Éds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 105-121). New York: Guilford Press.
- Eccles, J. S. et Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109-132.
- Elliot, A. J. (2005). A Conceptual History of the Achievement Goal Construct. Dans A. J. Elliot et C. S. Dweck (Éds.), *Handbook of Competence and Motivation* (pp. 52-72). New York: The Guilford Press.
- Elliot, A. J. et Church, M. A. (1997). A Hierarchical Model of Approach and Avoidance Achievement Motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(1), 218-232.

- Elliot, A. J. et Harackiewicz, J. M. (1996). Approach and Avoidance Achievement Goals and Intrinsic Motivation: A Mediational Analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(3), 461-475.
- 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.
- Fortin, M.-F. (2006). *Fondements et étapes du processus de recherche*. Montréal: Chenelière Éducation.
- Gagné, C. (1988). *L'influence de la programmation LOGO sur le développement de l'habileté de prise en charge chez les enfants en difficulté d'apprentissage scolaire*. maîtrise en éducation (M.A.), Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi.
- Garant, R. (2008). *Cours d'informatique - Initiation à la programmation VB*. Commission scolaire des Bois-Francis.
- Gardner, J., Morrison, H. et Jarman, R. (1993). The impact of high access to computers on learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 9(1), 2-16.
- Gattuso, L. et Lacasse, R. (1987). Le vécu des mathophobes. *Bulletin AMQ*, 33-35.
- Gattuso, L., Lacasse, R., Lemire, V. et Van der Maren, J.-M. (1989). Quelques aspects sociaux et affectifs de l'enseignement des mathématiques ou le vécu des mathophobes. *Revue des sciences de l'éducation*, 15(2), 193-218.
- Greene, B. A., Debacker, T. K., Ravindran, B. et Krows, A. J. (1999). Goals, Values, and Beliefs as Predictors of Achievement and Effort in High School Mathematics Classes. *Sex Roles*, 40(5), 421-458.
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Carter, S. M., Lehto, A. T. et Elliot, A. J. (1997). Predictors and Consequences of Achievement Goals in the College Classroom: Maintaining Interest and Making the Grade. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73(6), 1284-1295.
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Carter, S. M. et Elliot, A. J. (2000). Short-term and long-term consequences of achievement goals: predicting interest and performance over time. *Journal of Educational Psychology*, 29(2), 316-330.
- Higgins, S., Falzon, C., Hall, I., Moseley, D., Smith, F., Smith, H. et Wall, K. (2005). Embedding ICT in the literacy and numeracy strategies : final report. (Rapport No Rapport de recherche adressé au Newcastle: DU

- Johnson, D. C. (2000). Algorithmics and programming in the school mathematics curriculum: support is waning - is there still a case to be made? *Education and Information Technologies*, 5(3), 201-214.
- Karsenti, T. (2003). Favoriser la motivation et la réussite en contexte scolaire: les TIC feront-elles mouche? *Vie pédagogique*(127), 27-31.
- Karsenti, T. et Collin, S. (2012). Les TIC en éducation: ni panacée, ni supercherie. *Québec français*, 166, 70-71.
- Karsenti, T., Collin, S. et Dumouchel, G. (2012a). L'envers du tableau: ce que disent les recherches de l'impact des TBI sur la réussite scolaire. *Vivre le primaire*, 25(2), 30-32.
- Karsenti, T., Collin, S. et Dumouchel, G. (2012b). L'usage intensif des technologies en classe favorise-t-il la réussite scolaire? Dans B. Wentzel et S. Boechat-Heer (Éds.), *Génération connectée* (pp. 71-89). Genève: Peter Lang.
- Karsenti, T. et Demers, S. (2004). L'étude de cas. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (Éds.), *La recherche en éducation: étapes et approches* (pp. 209-233). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Karsenti, T., Larose, F., Savoie-Zajc, L. et Thibert, G. (2001). TIC: Impact sur la motivation et les attitudes des apprenants *Les TIC... au coeur des pédagogies universitaires*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Karsenti, T. et Tchameni Ngamo, S. (2009). Qu'est-ce que l'intégration pédagogique des TIC? Dans T. Karsenti (Éd.), *Intégration pédagogique des TIC* (pp. 57-75). Ottawa, Canada: CRDI.
- Ladouceur, J.-G. (2010). L'école obligatoire jusqu'à l'obtention d'un premier diplôme, *Le Trait d'Union*. Document repéré à <http://www.letraitdunion.com/article-454658-Lecole-obligatoire-jusqua-lobtention-dun-premier-diplome.html>
- Lafortune, L. (1992). *Dimension affective en mathématiques*. Montréal: DeBoeck.
- Larose, F., Terrisse, B., Lefebvre, M.-L. et Grenon, V. (2000). L'évaluation des facteurs de risque et de protection chez les enfants de maternelle et du premier cycle de l'enseignement primaire: l'échelle des compétences éducatives parentales (ECEP). *Revue internationale de l'éducation familiale. Recherche et interventions.*, 4(2), 103-127.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (3 éd.). Montréal: Guérin.

- Lens, W. (2006). Étudier bien à l'école, c'est important pour votre avenir: conséquences motivationnelles de la perception de l'utilité. *Revue québécoise de psychologie*, 27(1), 117-133.
- Lessard, V., Chouinard, R. et Bergeron, J. (2009). Incidence de la motivation des élèves du secondaire sur leur classement en mathématiques. *Revue des sciences de l'éducation*, 35(3), 217-235.
- Lloyd, J. E. V., Walsh, J. et Yailagh, M. S. (2005). Sex Differences in Performance Attributions, Self-Efficacy, and Achievement in Mathematics: If I'm so Smart, Why Don't I Know It? *Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation*, 28(3), 384-408.
- Long, D. (2005). *Les TIC et la motivation des élèves*: Centre de développement et de recherche en éducation.
- Matchinda, B. (2008). Les TIC, l'apprentissage et la motivation des filles et des garçons au secondaire au Cameroun. Dans K. Toure, T. Tchombé et T. Karsenti (Éds.), *ICT and Changing Mindsets in Education*. Bamenda, Cameroon: ERNWACA / ROCARE.
- McLaren, C. H. (2004). A Comparison of Student Persistence and Performance in Online and Classroom Business Statistics Experiences. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 2(1), 1-10.
- Meece, J. L., Wigfield, A. et Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60-70.
- MELS. (2008a). *La stratégie d'intervention Agir autrement: La démarche de planification d'une école secondaire (version 1)*.
- MELS. (2008b). *Les indicateurs de l'éducation (édition 2008)*. Québec.
- MELS. (2009). *Tous ensemble pour la réussite scolaire*. Québec: Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.
- MELS. (2011). *Diplomation et qualification au secondaire: édition 2011*.
- Ménard, S. (2010, 19 avril). Jusqu'à 84% de décrochage, *Le journal de Montréal*.

- Middleton, M. J., Kaplan, A. et Midgley, C. (2004). The change in middle school students' achievement goals in mathematics over time. *Social Psychology of Education*, 7, 289-311.
- Midgley, C., Kaplan, A. et Middleton, M. (2001). Performance-Approach Goals: Good for What, for Whom, under What Circumstances, and at What Cost? *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 77-86.
- Miles, M. B. et Huberman, A. M. (2003). Analyse des données qualitatives. *Méthodes en sciences humaines*.
- Murphy, C. (2003). Literature Review in Primary Science and ICT (pp. 36): Futurelab.
- Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation : conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91(3), 328-346.
- Ntamakiliro, L., Monnard, I. et Gurtner, J.-L. (2000). Mesure de la motivation scolaire des adolescents : Construction et validation de trois échelles complémentaires [Measuring school motivation among adolescents : construction and validation of three complementary scales]. *L' Orientation scolaire et professionnelle*, 29(4), 673-693.
- Osborne, J. et Hennessy, S. (2003). Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions (pp. 48): Futurelab.
- Pajares, F. et Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193-203.
- Papanastasiou, E. (2002). Factors that Differentiate Mathematics Students in Cyprus, Hong Kong, and the USA. *Educational Research and Evaluation*, 8(1), 129-146.
- Pelletier, L. G. et Vallerand, R. J. (1993). Une perspective humaniste de la motivation: les théories de la compétence et de l'autodétermination. Dans R. J. Vallerand et E. E. d. Thill (Éds.), *Introduction à la psychologie de la motivation* (pp. 233-281). Laval (Québec): Éditions Études Vivantes.
- Portelance, L., Lepage, M., Lessard, C., Gervais, C. et Karsenti, T. (2006). *Mémoire sur la diversification des parcours au secondaire et, plus particulièrement, sur les programmes à vocation particulière*. CRIFPE, Montréal.
- Russell, T. L. (1999). *The no significant difference phenomenon*. North Carolina: NCSU Office of Instructional Telecommunications.

- Scanlon, M., Buckingham, D. et Burn, A. (2005). Motivating Maths? Digital Games and Mathematical Learning. *Technology, Pedagogy and Education*, 14(1), 127-139.
- Schaefer, S. et Warren, J. (2004). Teaching computer game design and construction. *Computer-Aided Design*, 36(14), 1501-1510.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Éditions Logiques.
- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Montréal, Québec: Éditions Logiques.
- Vallerand, R. J. et Sénécal, C. (1992). Une analyse motivationnelle de l'abandon des études. *Apprentissage et socialisation*, 15, 49-62.
- Vallerand, R. J. et Thill, E. (1993). *Introduction à la psychologie de la motivation*. Laval, Québec: Éditions Études Vivantes.
- Van der Maren, J.-M. (1977). "Le double aveugle contre Pygmalion": éléments de psychosociologie de la recherche en éducation et méthodologie des plans. *Revue des sciences de l'éducation*, 3(3), 365-380.
- Velasquez, F. (2007). *Intéresser les élèves par un enseignement mathématique moins abstrait*. IUFM, Nîmes.
- Venturini, P. (2005). Influence de quelques composantes de l'environnement scolaire sur le rapport entretenu par des élèves de seconde avec les savoirs de la physique. *4es rencontres de l'ARDIST* (pp. 393-400). Lyon: Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques, Institut National de Recherche Pédagogique.
- Vianin, P. (2007). *La motivation scolaire: comment susciter le désir d'apprendre?* Bruxelles: DeBoeck.
- Viau, R. (2009). *La motivation à apprendre en milieu scolaire*. Saint-Laurent, Québec: Éditions du Renouveau pédagogique.
- Walker, C. O. G. B. A. (2009). The Relations Between Student Motivational Beliefs and Cognitive Engagement in High School. [Article]. *Journal of Educational Research*, 102(6), 463-472.
- Weiner, B. (1985). An Attributional Theory of Achievement Motivation and Emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548-573.

- Weiner, B. (1992). *Human motivation: metaphors, theories and research*. Newbury Park: Sage.
- Weiner, B. (2005). Motivation from an attributional perspective and the social psychology of perceived competence. Dans A. J. Elliot et C. S. d. Dweck (Éds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 73-84). New York: Guilford Press.
- Weiner, B. (2010). The Development of an Attribution-Based Theory of Motivation: A History of Ideas. *Educational Psychologist*, 45(1), 28-36.
- Wentzel, K. et Wigfield, A. (1998). Academic and Social Motivational Influences on Students' Academic Performance. *Educational Psychology Review*, 10(2), 155-175.
- Wittwer, J. et Senkbeil, M. (2008). Is students' computer use at home related to their mathematical performance at school? *Computers & Education*, 50(4), 1558-1571.
- Wolters, C. A., Yu, S. L. et Pintrich, P. R. (1996). The relation between goal orientation and students' motivational beliefs and self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 8(3), 211-238.

APPENDICE 1 – CERTIFICAT ÉTHIQUE

Le 12 août 2010

Monsieur Jean Michel Ouellette
Étudiant à la maîtrise
Département des sciences de l'éducation

Monsieur,

J'accuse réception des documents nécessaires à la réalisation de votre protocole de recherche intitulé **Analyse de la motivation pour les mathématiques chez des élèves participant à une activité de programmation informatique : une étude multi-cas** en date du 4 août 2010.

Les documents reçus correspondent aux attentes du comité d'éthique de la recherche. En conséquence, une photocopie de votre certificat portant le numéro CER-10-158-06.08 émis le 12 août 2010 vous est acheminé.

La période de validité de votre certificat est établie du 12 août 2010 au 30 juin 2011. Nous vous invitons à prendre connaissance de l'annexe à votre certificat qui présente vos obligations à titre de responsable d'un projet de recherche.

Nous vous souhaitons tout le succès espéré dans la réalisation de cette recherche.

Veuillez agréer, Monsieur, mes salutations distinguées.

LA PRÉSIDENTE DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE

HÉLÈNE-MARIE THÉRIEN
Professeure
Département de chimie-biologie

HMT/tbl

c.c. Mme Liliane Portelance, professeure au Département des sciences de l'éducation

APPENDICE 2 – CONSENTEMENT DU PARENT



Université du Québec à Trois-Rivières
 Département des sciences de l'éducation
 C.P. 500, Trois-Rivières, Québec, Canada / G9A 5H7
 Téléphone: (519) 376-5095
 Télécopieur: (519) 376-5127

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DU PARENT

Engagement du chercheur

Je, Jean-Michel Ouellette, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement du parent

Je, _____, confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet "Analyse de la motivation pour les mathématiques chez des élèves participant à une activité de programmation informatique". J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de la participation de _____. On a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai disposé de suffisamment de temps pour réfléchir aux implications de ma décision. Je comprends que la participation à la recherche est entièrement volontaire et que l'enfant pour laquelle je signe ce formulaire de consentement peut décider de se retirer en tout temps, sans aucune pénalité.

Je consens également à ce que l'enseignant(e) de mathématiques de mon enfant transmette des informations au chercheur au sujet des performances de mon enfant en mathématiques.

J'accepte donc librement que mon enfant participe à ce projet de recherche.

Parent ou tuteur :

Chercheur :

Signature :

Signature :

Date :

Date :

Numéro du certificat : CER-10-158-06.08

Certificat émis le 12 août 2010

APPENDICE 3 – CONSENTEMENT DE L'ÉLÈVE



Université du Québec à Trois-Rivières
 Département des sciences de l'éducation
 C.P. 500, Trois-Rivières, Québec, Canada / G9A 5H7
 Téléphone : (514) 376-5095
 Télécopieur : (514) 376-5127

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DE L'ÉLÈVE

Engagement du chercheur

Je, Jean-Michel Ouellette, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement de l'élève

Je, _____, confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet "Analyse de la motivation pour les mathématiques chez des élèves participant à une activité de programmation informatique". J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de ma participation. On a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai disposé de suffisamment de temps pour réfléchir aux implications de ma décision. Je comprends que ma participation à la recherche est entièrement volontaire et que je peux décider de me retirer en tout temps, sans aucune pénalité.

Je consens également à ce que mon enseignant(e) de mathématiques transmette des informations au chercheur m au sujet de mes performances en mathématiques.

J'accepte donc librement que mon enfant participe à ce projet de recherche.

Elève:

Chercheur :

Signature :

Signature :

Date :

Date :

Numéro du certificat : CER-10-158-06.08
 Certificat émis le 12 août 2010

APPENDICE 4 – CONSENTEMENT DE L'ENSEIGNANT



Université du Québec à Trois-Rivières
 Département des sciences de l'éducation
 C.P. 200, Trois-Rivières, Québec, Canada G9A 3H7
 Téléphone: (514) 376-5095
 Télécopieur: (514) 376-5127

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT DE L'ENSEIGNANT

Engagement du chercheur

Je, Jean-Michel Ouellette m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement de l'enseignant

Je, _____, confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet "Analyse de la motivation pour les mathématiques chez des élèves participant à une activité de programmation informatique". J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de ma participation. On a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai disposé de suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de participer à cette recherche. Je comprends que ma participation est entièrement volontaire et que je peux décider de me retirer en tout temps, sans aucune pénalité.

J'accepte donc librement de participer à ce projet de recherche.

Enseignant participant:

Chercheur:

Signature :

Signature :

Date :

Date :

Numéro du certificat : CER-10-158-06.08
 Certificat émis le 12 août 2010

APPENDICE 5 – CANEVAS D'ENTREVUE INITIALE (ÉLÈVE)

Adapté de Ntamakiliro, Monnard et Gurtner (2000) et Viau (2009)

Ces questions seront posées de manière semi-directive. Il ne s'agit pas d'une liste de questions à répondre. Ce sont des points de repère qui permettent de bien mener l'entrevue pour obtenir les données permettant d'atteindre l'objectif principal de la recherche.

Introduction

Bonjour,

J'aimerais te poser quelques questions sur ta motivation à l'égard du cours de mathématiques. Cela me permettrait de recueillir tes impressions, de mieux connaître ton point de vue sur tes apprentissages et d'avoir une idée plus juste de ta motivation à apprendre les mathématiques. Ce que tu diras demeurera entre nous. Si je te pose une question que tu ne comprends pas bien, n'hésite pas à le dire. Je reformulerai la question autrement. Si je te pose une question à laquelle tu préfères ne pas répondre, ne te gêne pas pour le dire. Sens-toi bien à l'aise de te reprendre et de me redonner une réponse que tu juges plus proche de ce que tu penses.

Pour m'éviter d'avoir à prendre des notes, j'enregistrerai notre conversation. Je pourrai porter plus d'attention à ce que tu dis. Sois certain que personne d'autre que moi n'écouterait l'enregistrement.

Ne te gêne pas pour me demander d'arrêter momentanément l'enregistreuse si tu ne veux pas que certains passages soient enregistrés.

As-tu des questions avant qu'on commence l'entrevue?

Amorce

- Gardes-tu de bons souvenirs de tes apprentissages en mathématiques au primaire?
- Te souviens-tu d'une situation ou d'un projet qui t'avait vraiment motivé? Peux-tu m'en parler?
- Tes parents t'encourageaient-ils à faire de gros efforts dans cette matière?
- Que faisaient-ils? Le font-ils encore?
- Qu'est-ce qui fait que tu aimes ou non l'école? Pourquoi?
- Quelles sont tes activités préférées à l'école? Explique.
- Qu'est-ce que tu aimes le moins à l'école? Pourquoi?
- Ce que tu apprends en classe est-il généralement intéressant? Explique.
- As-tu du plaisir à l'école? Explique.
- Es-tu impliqué dans des activités parascolaires à l'école? Lesquelles? Pourquoi?

- As-tu l'intention de t'inscrire dans une prochaine activité parascolaire? Laquelle? Pourquoi?

Sentiment de compétence en mathématiques

- Comment juges-tu tes aptitudes en mathématiques?
- Peux-tu donner un exemple d'apprentissage en mathématiques dont tu es fier?
- Peux-tu donner un exemple de difficulté en mathématiques qui t'a marqué?
- En général, es-tu capable de surmonter tes difficultés? Explique.

Utilité perçue des mathématiques

- Est-il important pour toi de réussir en mathématiques?
- À quoi peuvent te servir les mathématiques maintenant?
- À quoi pourront te servir les mathématiques plus tard dans tes études?
- Penses-tu que les mathématiques te seront utiles pour ton futur travail? Précise.
- Penses-tu que les mathématiques te seront utiles comme connaissances générales? Précise.
- Penses-tu que les mathématiques te seront utiles pour faire des activités que tu aimes? Précise.
- Quelle est l'utilité des mathématiques dans la vie quotidienne?

Persévérance en mathématiques

- En général, est-ce que tu aimes travailler pendant les cours de mathématiques?
- Combien de temps consacres-tu aux mathématiques en dehors des cours à chaque semaine?
- Lorsque tu rencontres une difficulté en mathématiques, que fais-tu?
- Considères-tu que tu es porté à abandonner rapidement devant une difficulté ou plutôt à continuer de travailler jusqu'à ce que tu réussisses? Peux-tu donner un exemple?
- Est-ce que tu crois qu'en persévérant devant une difficulté tu peux la surmonter? Peux-tu donner un exemple?

Buts scolaires/engagement cognitif

- En mathématiques, est-ce que tu as tendance à tout apprendre par coeur ou est-ce que tu fournis des efforts jusqu'à ce que tu comprennes la matière? Explique.
- Quel est le critère qui te dit que tu es suffisamment préparé à un examen? Peux-tu donner un exemple?
- Es-tu content de toi quand tu peux montrer ou dire aux autres que tu as bien réussi? Pourquoi?
- Es-tu fier de toi lorsque ton travail plaît à l'enseignant? Pourquoi?
- Aimes-tu travailler sur quelque chose de difficile? Peux-tu donner un exemple?
- Es-tu content lorsque tu apprends quelque chose de nouveau? Peux-tu donner un exemple?

- T'arrive-t-il de vouloir continuer à travailler même si la cloche a sonné la fin du cours de mathématiques? Pourquoi? Peux-tu donner un exemple?
- Es-tu content lorsque ton enseignant de mathématiques dit que tu peux laisser tomber un exercice? Pourquoi?
- Es-tu fier de toi lorsque tu obtiens une bonne note pour laquelle tu n'as pas fourni d'effort? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de faire semblant de travailler en mathématiques? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de demander de quitter la classe de mathématiques sans raison valable? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de faire exprès pour poser des questions inutiles en classe de mathématiques? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de déranger les autres en classe de mathématiques? Pourquoi?
- Peux-tu me dire comment tu t'y prends lorsque tu as un travail à faire en mathématiques? Peux-tu donner un exemple?

Attributions causales

- Lorsque tu obtiens un bon résultat en mathématiques, qu'est-ce qui fait que tu as bien réussi? Peux-tu donner un exemple?
- Lorsque tu ne comprends pas quelque chose en mathématiques, comment expliques-tu cela?
- En mathématiques, quel est le rôle de l'enseignant par rapport à tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?
- En mathématiques, quel est le rôle de la chance dans tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?
- En mathématiques, quel est le rôle de l'effort que tu fournis dans tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?
- En mathématiques, quel est le rôle de tes aptitudes (talent) par rapport à tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?

Régulation des apprentissages

- Généralement, les récompenses qui sont données en classe t'incitent-elles à travailler en mathématiques? Pourquoi?
- Considères-tu que l'obtention d'un bon résultat est une récompense en soi? Pourquoi?
- Généralement, les sanctions qui sont données en classe t'incitent-elles à travailler plus fort en mathématiques? Pourquoi?
- Qu'est-ce qui te motive à écouter en classe de mathématiques, à travailler et à faire des devoirs de mathématiques? Explique.
- T'arrive-t-il de continuer à la maison les travaux commencés en classe par toi-même?

Apprentissages réalisés

- Lorsque tu te prépares à un examen de mathématiques, as-tu tendance à tout apprendre par cœur?
- Est-ce que tu crois que tu pourrais te souvenir facilement de tout ce que tu as déjà appris en mathématiques? Explique.
- Selon ton expérience passée, les résultats que tu obtiens en mathématiques correspondent-ils à ce que tu as vraiment appris? Sur quoi te fondes-tu pour porter ce jugement?

Autre

- Qu'est-ce qui, selon toi, influence le plus ta motivation pour les mathématiques?
- En général, peux-tu dire que tu es motivé par tes cours de mathématiques? Explique.

APPENDICE 6 – CANEVAS D'ENTREVUE FINALE (ÉLÈVE)

Adaptaté de Ntamakiliro, Monnard et Gurtner (2000) et Viau (2009)

Ces questions seront posées de manière semi-directive. Il ne s'agit pas d'une liste de questions à répondre. Ce sont des points de repère qui permettent de bien mener l'entrevue pour obtenir les données permettant d'atteindre l'objectif principal de la recherche.

Introduction

Bonjour,

Cette entrevue fait suite à celle que nous avons faite au début de l'année scolaire. Je te poserai quelques questions afin de connaître ta motivation pour les mathématiques. Ce que tu diras demeurera entre nous.

Si je te pose une question que tu ne comprends pas bien, n'hésite pas à le dire. Je reformulerai la question autrement. Si je te pose une question à laquelle tu préfères ne pas répondre, ne te gêne pas pour le dire. Sens-toi bien à l'aise de te reprendre et de me redonner une réponse que tu juges plus proche de ce que tu penses.

Pour m'éviter d'avoir à prendre des notes, j'enregistrerai notre conversation. Je pourrai porter plus d'attention à ce que tu dis. Sois certain que personne d'autre que moi n'écouterait l'enregistrement.

Ne te gêne pas pour me demander d'arrêter momentanément l'enregistreuse si tu ne veux pas que certains passages soient enregistrés.

As-tu des questions avant qu'on commence l'entrevue?

Amorce

- Te souviens-tu d'une situation ou d'un projet qui t'a vraiment motivé? Peux-tu m'en parler?
- Tes parents t'encouragent-ils à faire de gros efforts dans cette matière?
- Que font-ils?
- Qu'est-ce qui fait que tu aimes ou non l'école? Pourquoi?
- Quelles sont tes activités préférées à l'école? Explique.
- Qu'est-ce que tu aimes le moins à l'école? Pourquoi?
- Ce que tu apprends en classe est-il généralement intéressant? Explique.
- As-tu du plaisir à l'école? Explique.
- Es-tu impliqué dans des activités parascolaires à l'école? Lesquelles? Pourquoi?
- As-tu l'intention de t'inscrire dans une prochaine activité parascolaire? Laquelle? Pourquoi?

Sentiment de compétence en mathématiques

- Comment juges-tu tes aptitudes en mathématiques?
- Peux-tu donner un exemple d'apprentissage en mathématiques dont tu es fier(e)?
- Peux-tu donner un exemple de difficulté en mathématiques qui t'a marqué?
- En général, es-tu capable de surmonter tes difficultés? Explique.
- **Crois-tu que tes compétences se sont améliorées? Pourquoi?

Utilité perçue des mathématiques

- Est-il important, pour toi, de réussir en mathématiques?
- À quoi peuvent te servir les mathématiques maintenant?
- À quoi pourront te servir les mathématiques plus tard dans tes études?
- Penses-tu que les mathématiques te seront utiles pour ton futur travail? Précise.
- Penses-tu que les mathématiques te seront utiles comme connaissances générales? Précise.
- Penses-tu que les mathématiques te seront utiles pour faire des activités que tu aimes? Précise.
- Quelle est l'utilité des mathématiques dans la vie quotidienne?

Persévérance en mathématiques

- En général, est-ce que tu aimes travailler pendant les cours de mathématiques?
- Combien de temps consacres-tu aux mathématiques en dehors des cours à chaque semaine?
- Lorsque tu rencontres une difficulté en mathématiques, que fais-tu?
- Considères-tu que tu es porté à abandonner rapidement devant une difficulté ou plutôt à continuer de travailler jusqu'à ce que tu réussisses? Peux-tu donner un exemple?
- Est-ce que tu crois qu'en persévérant devant une difficulté tu peux la surmonter? Peux-tu donner un exemple?

Buts scolaires/engagement cognitif

- En mathématiques, est-ce que tu as tendance à tout apprendre par coeur ou est-ce que tu fournis des efforts jusqu'à ce que tu comprennes la matière? Explique.
- Quel est le critère qui te dit que tu es suffisamment préparé? Peux-tu donner un exemple?
- Es-tu content(e) de toi quand tu peux montrer ou dire aux autres que tu as bien réussi? Pourquoi?
- Es-tu fier(e) de toi lorsque ton travail plaît à l'enseignant(e)? Pourquoi?
- Aimes-tu travailler sur quelque chose de difficile? Peux-tu donner un exemple?
- Es-tu content(e) lorsque tu apprends quelque chose de nouveau? Peux-tu donner un exemple?

- T'arrive-t-il de vouloir continuer à travailler même si la cloche a sonné la fin du cours de mathématiques? Pourquoi? Peux-tu donner un exemple?
- Es-tu content(e) lorsque ton enseignant(e) de mathématiques dit que tu peux laisser tomber un exercice? Pourquoi?
- Es-tu fier(e) de toi lorsque tu obtiens une bonne note pour laquelle tu n'as pas fourni d'effort? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de faire semblant de travailler en mathématiques? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de demander de quitter la classe de mathématiques sans raison valable? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de faire exprès pour poser des questions inutiles en classe de mathématiques? Pourquoi?
- T'arrive-t-il de déranger les autres en classe de mathématiques? Pourquoi?
- Peux-tu me dire comment tu t'y prends lorsque tu as un travail à faire en mathématiques en classe et/ou à la maison? Peux-tu donner un exemple?

Attributions causales

- Lorsque tu obtiens un bon résultat en mathématiques qu'est-ce qui fait que tu as bien réussi? Peux-tu expliquer?
- Lorsque tu ne comprends pas quelque chose en mathématiques, comment expliques-tu cela?
- En mathématiques, quel est le rôle de l'enseignant par rapport à tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?
- En mathématiques, quel est le rôle de la chance dans tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?
- En mathématiques, quel est le rôle de l'effort que tu fournis dans tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?
- En mathématiques, quel est le rôle de tes aptitudes (talent) par rapport à tes réussites et tes difficultés? Pourquoi?

Régulation des apprentissages

- Généralement, les récompenses qui sont données en classe t'incitent-elles à travailler en mathématiques? Pourquoi?
- Considères-tu que l'obtention d'un bon résultat est une récompense en soi? Pourquoi?
- Généralement, les sanctions qui sont données en classe t'incitent-elles à travailler plus fort en mathématiques? Pourquoi?
- Qu'est-ce qui te motive à écouter en classe de mathématiques, à travailler et à faire des devoirs de mathématiques? Explique.
- T'arrive-t-il de continuer les travaux commencés en classe par toi-même à la maison?

Apprentissages réalisés

- Depuis le début de l'année, as-tu l'impression d'avoir appris quelque chose en mathématiques?
- Lorsque tu te prépares à un examen de mathématiques, as-tu tendance à tout apprendre par cœur?
- Est-ce que tu crois que tu pourrais te souvenir facilement de tout ce que tu as appris en mathématiques? Explique.
- Cette année, les résultats que tu obtiens en mathématiques correspondent-ils à ce que tu as vraiment appris? Sur quoi te fondes-tu pour porter ce jugement?

Liens entre la programmation informatique et les mathématiques

- Quelles sont les habiletés nécessaires à la programmation?
- T'es-tu servi des mathématiques pour programmer? Qu'est-ce qui t'a été utile et pourquoi?

Autre

- Depuis le début de cette année scolaire, ton intérêt pour les mathématiques a-t-il changé? Peux-tu expliquer?
- Qu'est-ce qui, selon toi, influence le plus ta motivation pour les mathématiques?
- En général, peux-tu dire que tu es motivé par tes cours de mathématiques? Est-ce que cela est différent du début de l'année? Explique.

APPENDICE 7 – CANEVAS D'ENTREVUE (ENSEIGNANT)

Adapté de Ntamakiliro, Monnard et Gurtner (2000) et Viau (2009)

Ces questions seront posées de manière semi-directive. Il ne s'agit pas d'une liste de questions à répondre. Ce sont des points de repère qui permettent de bien mener l'entrevue pour obtenir les données permettant d'atteindre l'objectif principal de la recherche.

Introduction

Bonjour,

J'aimerais vous poser quelques questions sur votre perception de la motivation de X à l'égard du cours de mathématiques. Ce que vous direz sera strictement confidentiel.

Pour m'éviter d'avoir à prendre des notes, j'enregistrerai notre conversation. Je pourrai porter plus d'attention à ce que vous dites.

Ne vous gênez pas pour me demander d'arrêter momentanément l'enregistreuse si vous ne voulez pas que certains passages soient enregistrés.

Avez-vous des questions avant qu'on commence l'entrevue?

Amorce

- Pouvez-vous m'expliquer le genre d'élève qu'est X en classe de mathématiques?
- Pouvez-vous me parler de la motivation de X en mathématiques?

Sentiment de compétence en mathématiques

- Selon vous, est-ce que X se sent compétent en mathématiques?
- Pouvez-vous donner des exemples de réflexions ou de comportements de X à ce sujet?

Utilité perçue des mathématiques

- Selon vous, X trouve-t-il que les mathématiques sont utiles?
- Pouvez-vous donner des exemples de réflexions ou de comportements de X à ce sujet?

Persévérance en mathématiques

- En général, est-ce que X semble aimer travailler pendant les cours de mathématiques?
- En général, croyez-vous que X travaille ses mathématiques en dehors des cours de mathématiques?

- Selon vos observations, lorsqu'il rencontre une difficulté en mathématiques, que fait-il?
- Est-il porté à abandonner rapidement devant une difficulté ou à continuer de travailler jusqu'à ce qu'il réussisse? Pouvez-vous préciser?

Buts scolaires/engagement cognitif

- En mathématiques, X a-t-il tendance à tout apprendre par coeur ou à fournir des efforts jusqu'à ce qu'il comprenne la matière? Pouvez-vous expliquer?
- Selon vous, est-il content de lui quand il peut montrer ou dire aux autres qu'il a bien réussi? Pouvez-vous préciser?
- Est-ce que X semble fier de ce qu'il fait en mathématiques? Pouvez-vous préciser?
- Selon vous, pourquoi éprouve-t-il ou n'éprouve-t-il pas de la fierté?
- Aime-t-il travailler sur quelque chose de difficile? Pouvez-vous donner un exemple?
- Est-il content lorsqu'il apprend quelque chose de nouveau? Comment pouvez-vous dire cela?
- Lui arrive-t-il de vouloir continuer à travailler même si la cloche a sonné la fin du cours de mathématiques? Pouvez-vous donner un exemple?
- Est-il content lorsque vous lui dites qu'il peut laisser tomber un exercice? D'après vous, pourquoi?
- Lui arrive-t-il de faire semblant de travailler en mathématiques? Pouvez-vous préciser?
- Lui arrive-t-il de demander de quitter la classe de mathématiques sans raison valable? Pouvez-vous donner un exemple ou pouvez-vous préciser?
- Lui arrive-t-il de faire exprès pour poser des questions inutiles en classe de mathématiques? Pouvez-vous donner un exemple ou pouvez-vous préciser?
- Lui arrive-t-il de faire exprès pour déranger les autres en classe de mathématiques? Pouvez-vous donner un exemple ou pouvez-vous préciser?

Attributions causales

- De façon générale, pouvez-vous me parler de la perception de X quant aux causes de ses réussites ou de ses échecs en mathématiques?

Régulation des apprentissages

- Généralement, les récompenses qui sont données en classe l'incitent-elles à travailler en mathématiques? Pouvez-vous donner un exemple ou pouvez-vous préciser?
- Généralement, les sanctions qui sont données en classe l'incitent-elles à travailler plus fort en mathématiques? À votre avis, pourquoi?

- Qu'est-ce qui, selon vous, semble motiver X à écouter en classe de mathématiques, à travailler et à faire des devoirs de mathématiques? Pouvez-vous donner un exemple ou pouvez-vous préciser?
- Lui arrive-t-il de continuer ses apprentissages par lui-même à la maison? Pouvez-vous donner un exemple ou pouvez-vous préciser?

Apprentissages réalisés

- Lorsqu'il se prépare à un examen de mathématiques, a-t-il tendance à tout apprendre par cœur ou à réellement comprendre la matière? Pouvez-vous préciser?
- Croyez-vous que X pourrait se souvenir facilement de tout ce qu'il a appris en mathématiques? Pouvez-vous préciser?

Entrevue finale seulement:

- Depuis le début de cette année scolaire, la motivation de X pour les mathématiques a-t-elle changé? Pouvez-vous donner des exemples?
- À quoi cela pourrait-il être dû? Pouvez-vous préciser?

APPENDICE 8 – ARBORESCENCE DE CODAGE

Note : les catégories émergentes sont marquées d'un astérisque (*)

Catégorie	Nombre de segments
Attrait pour l'informatique*	21
Prog – Programmation*	13
P+M - Liens entre la programmation et les math	23
C - Comportement	0
C.P - Comportement positif	17
C.N - Comportement négatif	8
Ev.M - Évolution motivation mathématiques*	12
MA – Mathématiques*	0
MA.P - Aime les math*	29
MA.N - N'aime pas les math*	19
E - Écologie de la motivation*	0
E.F - Influence de la famille*	13
E.P - Influence des pairs*	5
E.E - Environnement d'apprentissage*	1
F - Facteurs de la motivation	0
F.U - Utilité des mathématiques	22
F.UN - Inutilité des mathématiques	9
F.Comp - Sentiment de compétence	54
F.Incomp - Sentiment d'incompétence	16
F.Ctrl - Sentiment de contrôle	20
M - Manifestation de la motivation	1
M.P - Persévérance	31
M.NP - Non persévérance	5
M.E - Engagement cognitif	51
M.D - Désengagement cognitif	31
M.A - Apprentissage	28

Catégorie	Nombre de segments
AC - Attributions causales	8
AC.PP - Professeur positif	21
AC.PN - Professeur négatif	3
AC.A - Autre	3
AC.C - Chance	4
AC.T - Talent	5
AC.E - Efforts	38
R - Régulation	0
R.I - Intrinsèque	61
R.M - Mixte	25
R.E - Extrinsèque	30
R.A - Absence de motivation régulée	12
BA - Buts d'apprentissage	0
BA.C - Combinaison Performance-Maîtrise	32
BA.M - Maîtrise	47
BA.P - Performance	43
BA.D - Démonstration	3
BA.E - Évitement	54

APPENDICE 9 – EXEMPLE DE LEÇON DE PROGRAMMATION INFORMATIQUE

VB 2005

EXERCICE #9

Calculatrice simple

Dans Visual Basic, vous devez concevoir une application qui permettra à l'utilisateur d'additionner, de soustraire, de multiplier ou de diviser 2 chiffres ensemble. Vous devez, comme dans l'exercice précédent, déclarer les variables au début du code. Par la suite, vous devez programmer les 4 boutons qui effectueront les calculs. Servez-vous de l'exercice #8 ...

The diagram shows a window titled 'Calculatrice' with standard Windows window controls. It contains two input fields labeled 'Chiffre #1' and 'Chiffre #2'. Below them is a group box labeled 'Fonctions' containing four buttons: '+', '-', 'x', and '/'. At the bottom, there is a 'TOTAL:' label followed by an output text box, and a 'Quitter' button.

• **Étape 1: Création de l'interface**

- 1- Feuille
- 2- Label
- 3- Label
- 4- GroupBox
- 5, 6, 7, 8 Boutons de commande
- 9- Label
- 10- Bouton de commande
- 11- TextBox
- 12- TextBox
- 13- TextBox

• Étape 2: Les Propriétés d'objets

No	Objet	Propriétés	Valeurs
1	Feuille	Name Text	Form1 Calculatrice
2	Label	Name Text Font	Label1 Chiffre #1 Sans Serif, 8, gras
3	Label	Name Text Font	Label2 Entrez un deuxième nombre Sans Serif, 8, gras
4	GroupBox	Name Text Font	GroupBox1 Fonctions Sans Serif, 8, Gras
5	Bouton de commande	Name Text	BtAd -
6	Bouton de commande	Name Text	BtSous -
7	Bouton de commande	Name Text	BtMult x
8	Bouton de commande	Name Text	BtDiv /
9	Label	Name Text Font ForeColor	Label3 TOTAL: Sans Serif, 8 gras Vert
10	Bouton de commande	Name Text	BtQuitter Quitter
11	TextBox	Name Text	ChTot
12	TextBox	Name Text	Ch2
13	TextBox	Name Text	Ch1

*Vous configurez la présentation visuelle (Disposition des boutons, des zones de texte, des étiquettes, les couleurs, polices, taille du texte etc.) comme vous voulez. Soyez minutieux ...

• Étape 3: Le Code

Servez-vous de l'exercice #8 pour entrer le code de l'application. Attention, le bouton addition (+) doit avoir exactement le même code que le bouton Calculer de l'exercice #8. Par la suite, vous n'avez qu'à adapter le code pour chacun des boutons.

La multiplication est représentée par le signe: *

La division est représentée par le signe: /

• Étape 4: Tester l'application

- a) Cliquez sur le bouton "Démarrer le débogage". Votre application démarre.
- b) Essayez de calculer plusieurs chiffres pour voir si tout fonctionne.
- c) Cliquez sur le bouton Quitter pour fermer l'application.

Enregistrez votre travail

a) Créer un nouveau dossier que vous allez nommer "VB9".

b) Dans le menu Fichier, cliquez sur "Enregistrez tout".

Dans la fenêtre qui apparaît, entrez les renseignements suivants:

Nom et Nom de solution: VB9

Emplacement: Cliquez sur le bouton "Parcourir" pour sélectionner le dossier "VB9".

Cliquez sur le bouton "Enregistrer".