

Intérêt et motivation des jeunes pour les sciences

Michel Pronovost

Collège Jean-de-Brébeuf, 3200 Chemin de la Côte-Ste-Catherine,
Montréal, Québec, Canada, H3T 1C1

Université du Québec à Montréal (EREST, CRIJEST), Département de didactique
C.P. 8888, Succ. Centre-ville, Montréal, Qc, Canada, H3C 3P8

michel.pronovost@uqam.ca

Caroline Cormier

Cégep André-Laurendeau, 1111 rue Lapierre,
Ville Lasalle, Québec, Canada, H8N 2J4

caroline.cormier@claurendeau.qc.ca

Patrice Potvin

Université du Québec à Montréal (EREST), Département de didactique
C.P. 8888, Succ. Centre-ville, Montréal, Qc, Canada, H3C 3P8

patrice.potvin@uqam.ca

Martin Riopel

Université du Québec à Montréal (EREST), Département de didactique
C.P. 8888, Succ. Centre-ville, Montréal, Qc, Canada, H3C 3P8

martin.riopel@uqam.ca

Résumé

Bien que les sciences occupent une place importante dans nos sociétés, on observe une baisse de l'intérêt pour les études en sciences partout à travers le monde. Au-delà de la personnalité et des goûts, les facteurs reliés à l'intérêt et la motivation pour les sciences peuvent influencer positivement ou négativement l'inscription dans un programme collégial de sciences. Afin d'identifier ces facteurs, nous avons questionné 1742 étudiants inscrits au collégial préuniversitaire, à leur entrée et à leur sortie du collégial afin de comprendre ce qui les a incités à s'inscrire dans un programme de sciences de la nature ou pas. Au secondaire, les étudiants de notre échantillon ont été marqués positivement par les expériences de laboratoire, les professeurs, la perception de soi, les activités parascolaires à caractère scientifique et la biologie. Ceux qui se sont inscrits en Sciences de la nature au collégial ont préféré les cours de mathématiques et de sciences et technologie au secondaire. Les enseignants, la perception de soi et les laboratoires ont aussi marqué négativement les étudiants tout comme l'intérêt pour les contenus scientifiques ainsi que la physique qui ont incité les élèves à ne pas choisir le programme de Sciences de la nature au collégial. Ceux qui se sont ne se sont pas inscrits en sciences de la nature au collégial ont préféré les cours d'arts, l'univers social, le français et d'autres cours. Les étudiants qui se sont inscrits en Sciences de la nature sont plus intéressés aux études en général et plus particulièrement pour les sciences, sont plus motivés intrinsèquement, ont une meilleure perception de leurs capacités, sont plus motivés pour les notes, préfèrent la biologie à la physique que ceux qui se sont inscrits dans d'autres programmes. Au collégial, les émotions associées aux cours de biologie (plaisir, bonheur, passion) sont diamétralement opposées à celles des cours de physique (inquiétude, ennui, frustration, déprime, colère). Celles associées aux cours de mathématiques et de chimie sont entre les deux.

Mots-clefs

Éducation supérieure, Intérêt, Motivation, Science.

Cette étude a été subventionnée par le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, programme PAREA.

1. Introduction

Bien que les sciences occupent une place importante dans nos sociétés contemporaines avec la technologie omniprésente, on observe une baisse d'intérêt pour les études en sciences partout à travers le monde. En effet, la proportion des étudiants dans les programmes de sciences universitaires n'a cessé de diminuer au cours des 15 dernières années, augmentant ainsi l'écart entre la demande sociale et l'expertise scientifique. Plusieurs raisons influencent le choix de programme universitaire. Au-delà de la personnalité et des goûts, les facteurs liés à l'intérêt pour les sciences peuvent influencer positivement ou négativement l'inscription dans un programme collégial de sciences.

Puisque les sciences occupent une place importante dans les sociétés contemporaines, il n'est pas surprenant que des auteurs proposent qu'une culture scientifique de base (*Scientific literacy*) pour tous les étudiants soit aussi importante que les cultures littéraires, historiques, etc. (Feinstein, 2011; Kelly, 2011; Roberts, 2007). Rosenfield et coll. (2005) font d'ailleurs remarquer que d'un point de vue professionnel, les connaissances en sciences et en mathématiques sont essentielles pour bon nombre de professions scientifiques, mais aussi non scientifiques.

La capacité d'instruire une fraction croissante de la population d'un pays pour en faire des « travailleurs de la connaissance » contribue à la richesse collective (Rosenfield et coll. 2005). Aussi, la mondialisation de la recherche entraînera une forte compétition entre les pays et les scientifiques formés seront attirés par les bassins d'emplois les plus attractifs ce qui pourrait provoquer un « exode des cerveaux » qui est déjà en marche (Legendre, Lenoble et Melet, 2006). De plus, les nombreux départs à la retraite des Baby-boomers libéreront des postes liés à l'innovation technologique qui seront difficiles à combler s'il n'y a pas d'augmentation d'inscription dans les programmes universitaires scientifiques (Legendre, Lenoble et Melet, 2006). Enfin, la diminution du nombre d'étudiants en sciences fait craindre des problèmes de capacité d'innovation dans le domaine de la production industrielle et le nombre trop élevé d'étudiants en sciences humaines et sociales entraîne un risque accru de chômage et une augmentation potentielle des coûts sociaux (Poglia et Molo, 2007).

Malgré cette importance reconnue pour la formation de scientifiques, on observe tout de même une baisse de l'intérêt pour les carrières scientifiques (Janosz, 2000; Le Devoir, 2009). Dans la plupart des pays industrialisés, cette diminution d'intérêt se traduit logiquement par une diminution des inscriptions dans les programmes universitaires en sciences et technologie. La proportion d'étudiants en sciences et technologies dans les universités est en baisse continue depuis les quinze dernières années et un écart croissant est observé entre la demande sociale et l'offre en expertise scientifique et technique (CST, 2004; Foisy et Gingras, 2003; Garnier et coll., 2004; MELS, 2006).

On observe notamment ce phénomène aux États-Unis (National Science Fondation, 2002), au Royaume-Uni (Smithers et Robinson, 1988), en Australie (Dekkers et De Laeter, 2001), au Japon (Goto, 2001) au Canada (Bordt et coll., 2001) et un peu partout à travers le monde. Ce constat est confirmé par l'OCDE (2011) qui déplore que les domaines de la science et du génie soient les moins populaires avec moins du quart des inscriptions. De plus, ce qui n'aide pas le problème, jusqu'à la moitié des étudiants inscrits en sciences changent de programme pour d'autres champs d'études avant la fin de leur scolarité (Pearson et Fechter, 1994).

Cette baisse d'intérêt observée pourrait être expliquée parce le fait qu'il est souvent difficile de démontrer la pertinence de la science dans les activités de la vie quotidienne et les valeurs sociales (Peplow, 2004; Lemke, 2001; Latour, 1999). Ceci est peut-être aussi dû au fait que la plupart des enseignants du primaire n'ont pas de formation appropriée en sciences (Forbes et McCloughan, 2010; Peplow, 2004).

Plusieurs étudiants perçoivent également la science comme étant trop difficile et jugent qu'elle est plutôt destinée aux élèves doués ou forts, ont une vision déformée de la complexité de la science et du rôle des scientifiques dans la société ou de la pertinence par rapport à leur propre identité (Goodrum et Rennie, 2007, Havard 1996; Hendley, Stables et Stables, 1996).

L'intérêt des élèves à l'égard des sciences et technologies baisse à mesure qu'ils avancent dans leurs études (Jones et Eick, 2007; Barton, Tan et Rivet, 2008). Davis et Steiger (1996) ont d'ailleurs trouvé que le désintérêt des étudiants envers les sciences lors de leur passage au CÉGEP était directement associé à leur formation peu appréciée en sciences, et ce, autant chez les étudiants performants que peu performants. L'intérêt pour les sciences ne survient pas instantanément, mais résulte d'un processus de stratifications d'expériences individuelles qui sont souvent renforcées par les institutions scolaires (Poglia et Molo, 2007; Zwick et Renn, 2000).

Ainsi, une partie de la solution au problème social et économique engendré par un déficit de diplômés qualifiés en science et technologie pourrait provenir du système éducatif et plus particulièrement de la façon dont les sciences sont enseignées. D'ailleurs, une des priorités du calendrier ministériel québécois sur la formation postsecondaire est d'assurer la persévérance des jeunes dans les programmes d'études et dans les carrières en science et technologie (Larose et coll., 2005).

Pour mieux intervenir en classe auprès des élèves, il est donc important d'identifier et de mieux comprendre les facteurs qui sont susceptibles d'influencer l'intérêt et la motivation pour les études supérieures en science et technologie et d'en tenir compte dans l'enseignement des sciences.

2. Cadre théorique

L'intérêt et la motivation sont deux concepts intimement liés. Les définitions et modèles sur l'intérêt puis la motivation seront d'abord présentés.

Intérêt

Plusieurs définitions de l'intérêt se trouvent dans la littérature scientifique. Pour Csikszentmihalyi et Hermanson (1995), l'intérêt est une probabilité différentielle d'investir de l'énergie dans un ensemble de stimulations plutôt que d'autres. Il s'agit en fait d'une forme de motivation intrinsèque (Ryan et Deci, 2000) contrairement à la motivation extrinsèque où l'on fait quelque chose dans le but d'obtenir une prime ou d'éviter une punition, par exemple (Vallerand et coll., 1992). L'intérêt est donc caractérisé par un état d'attention focalisé, la circulation, l'augmentation des fonctions cognitives et une augmentation des fonctions affectives (Annetta et coll., 2009; Ainley, Hidi et Berndorff, 2002; Krapp, Hidi et Renninger, 1992). Chaque type d'intérêt interagit avec les autres types afin de faciliter l'apprentissage (Rheinberg et Vollmeyer, 1998; Schiefele, 1998).

Krapp et ses collègues proposent une définition de l'intérêt en sciences de l'éducation comme étant une relation existant entre une personne et un contexte (Krapp, 2002, Krapp et Prenzel, 2011). Dans ce modèle, ils combinent l'intérêt contextuel et l'intérêt individuel.

L'**intérêt contextuel** (*situational interest*) se traduit par une concentration temporaire d'attention et de sentiments envers une situation spécifique qui apparaît spontanément (Hidi, 1990; Schraw et Lehman, 2001; Wade, 2001, Fredricks, Alfeld et Eccles, 2010; Huang, 2006). La temporalité (*temporal duration*) est un facteur critique pour identifier cet intérêt contextuel (Ainley et Ainley, 2011).

L'**intérêt individuel** est le type d'intérêt le plus souvent mentionné dans la littérature. Il s'agit d'une orientation personnelle, une prédisposition ou une tendance relativement stable à s'engager dans un domaine particulier (Hidi, 2006; Krapp, 2007). L'intérêt individuel se développe graduellement et affecte la connaissance et les valeurs avec le temps (Uitto et coll., 2006). L'intérêt individuel en sciences comprend trois éléments : des **connaissances** ou schémas cognitifs relatifs au domaine, des **émotions positives** envers le domaine et un **schéma de valeurs** qui représente une importance personnelle pour le domaine (Ainley et Ainley, 2011). Ainsi, les étudiants ayant un intérêt individuel pour les sciences auront acquis une quantité appréciable de connaissances scientifiques qu'ils comprennent et ils aimeront participer à des activités scientifiques. Ils considéreront la science et les activités scientifiques comme personnellement importantes et auront donc tendance à s'investir dans ces activités. Hidi et Renninger (2006) proposent deux phases dans

l'intérêt individuel : l'**intérêt individuel émergent** et l'**intérêt individuel bien développé** selon le degré d'engagement et d'autonomie de l'étudiant. Ce ne sont pas tous les intérêts individuels émergents qui se rendent au deuxième stade. Certains considèrent même que c'est très rare (Renninger, 2009). L'intérêt individuel a des effets plus stables que l'intérêt contextuel qui a un impact à court terme (Uitto et coll., 2006).

Finalement, Schiefele (1998) propose de combiner l'intérêt individuel et l'intérêt contextuel sous la forme d'un **intérêt thématique**, c'est-à-dire l'intérêt pour certains sujets ou thèmes spécifiques qui peut éventuellement devenir une passion.

Modèle de développement de l'intérêt

Hidi et Renninger (2006) ont proposé un modèle de développement de l'intérêt qui reprend les types d'intérêt qui viennent d'être présentés. Selon elles, le développement de l'intérêt se fait en quatre étapes progressives. Le premier niveau, l'**intérêt contextuel déclenché**, se caractérise par un effet de surprise chez l'élève (Sadoski, 2001), est généralement de source externe (Sloboda, 1990) et peut être un précurseur d'une prédisposition à se réengager et atteindre un niveau supérieur d'intérêt (Renninger et Hidi, 2002). Le deuxième niveau, l'**intérêt contextuel entretenu**, est caractérisé par un engagement personnel (Harackiewicz et coll., 2000), est généralement de source externe (Renninger et Hidi, 2002) et pourrait être un précurseur à une prédisposition à se réengager et atteindre un niveau supérieur d'intérêt (Harackiewicz et coll., 2000). Au troisième niveau, l'**intérêt individuel émergent**, l'engagement répété de l'élève l'amène à réaliser des tâches sans y être obligé ou même à dépasser les exigences (Renninger et Hidi, 2002). Il s'agit maintenant d'un intérêt autogénéré (Renninger & Shumar, 2004) qui peut mener ou pas, comme les autres, au niveau suivant d'intérêt (Lipstein et Renninger, 2006). Finalement, au niveau le plus élevé, l'**intérêt individuel bien développé**, l'élève monopolise ses ressources pour résoudre des problèmes complexes (Renninger et Hidi, 2002), il fournit des efforts sans s'en rendre compte et développe son autorégulation (Lipstein et Renninger, 2006). Un élève qui atteint ce niveau va persévérer au travail, et ce, même s'il ressent de la frustration (Renninger et Leckrone, 1991).

Selon ce modèle, ce qui distingue l'intérêt contextuel de l'intérêt individuel, ce sont les connaissances et les valeurs accrues combinées à des émotions positives que l'on retrouve dans l'intérêt individuel. C'est ce modèle qui sera retenu dans cette étude parce qu'il est récent, qu'il permet d'évaluer le niveau d'intérêt sur une échelle semi-continue et qu'il reprend les formes d'intérêt décrites précédemment. De plus, ce modèle a l'avantage de considérer la résilience à son niveau supérieur et permettra ainsi d'évaluer le niveau d'intérêt des étudiants qui participeront à la recherche.

Nous venons de définir et d'exposer le modèle choisi pour l'intérêt. Nous allons maintenant aborder l'autre aspect important de la question d'étude, soit la motivation.

Motivation

La motivation est un phénomène complexe qui a été expliqué par des approches diverses et de nombreuses théories que nous allons explorer. La motivation d'un étudiant joue un rôle important dans son processus de changement conceptuel (Lee, 1989; Lee et Brophy, 1996; Pintrich, Marx et Boyle, 1993), ses stratégies d'apprentissage (Garcia et Pintrich, 1995; Kuyper, van der Werf et Lubbers, 2000; Wolters, 1999) et son sentiment d'accomplissement lors de l'apprentissage de la science (Napier et Riley, 1985).

Définition générale

Le concept de motivation est généralement défini comme un état interne ou une condition qui active, dirige ou maintient un comportement (Brophy, 1998; Glynn et Koballa, 2006; Palmer, 2005). Selon Brophy (1998), la motivation à apprendre, pour un étudiant, est la tendance à trouver des activités académiques significatives qui valent la peine d'être réalisées et de tenter d'en tirer des bénéfices académiques. Pour Palmer (2005) la motivation peut, quant à elle, être appliquée à tout processus qui active et maintient le comportement d'apprentissage.

Définitions spécifiques en sciences

Plus précisément, la motivation des étudiants à apprendre en sciences a été définie par Lee et Brophy (1996) comme étant l'engagement actif des étudiants dans les tâches scientifiques dans le but d'atteindre une

meilleure compréhension de la science. La motivation à apprendre la science encourage la conceptualisation de la compréhension de la science chez les étudiants. La motivation est une variable vitale pour entraîner de nouveaux apprentissages, le renforcement de compétences déjà acquises, de stratégies et de comportements (Barlia, 1999).

Bryan, Glynn et Kittleson (2011) définissent, quant à eux, la motivation à apprendre la science comme un état interne qui réveille, dirige et supporte l'apprentissage scientifique. Ainsi, les étudiants qui sont motivés pour apprendre les sciences et à s'engager dans l'apprentissage des sciences poursuivent des buts comme avoir de bonnes notes en science et se diriger vers des carrières scientifiques.

D'autres chercheurs ont étudié les interactions entre la motivation, l'appréciation de l'enseignement des sciences, les résultats aux cours de sciences et la perception des difficultés à surmonter (Boone, Townsend et Staver, 2011; Bradburn, Sudman et Wansink, 2004; DeVellis, 2003; Embretson et Reise, 2000; Wilson, 2005).

Types de motivation

Il existe plusieurs types de motivation. Deci et Ryan (2000) ont proposé de les regrouper en deux catégories : la motivation intrinsèque et la motivation extrinsèque. Chacune de ces deux catégories se décline en sous-catégories.

Motivation intrinsèque

La motivation intrinsèque (Deci et Ryan, 2000) consiste à faire une activité pour le plaisir et la satisfaction que l'on en retire pendant la pratique de l'activité. Elle se divise en trois sous-catégories (connaissance, accomplissement et stimulation). La motivation intrinsèque à la **connaissance** se manifeste par le plaisir et la connaissance ressentie pendant l'apprentissage. La motivation intrinsèque à l'**accomplissement** se manifeste par le plaisir et la satisfaction ressentis en créant ou en relevant un défi. Finalement, la motivation intrinsèque à la **stimulation** est caractérisée par des sensations spéciales d'excitation, d'amusement, de plaisir sensoriel, d'esthétisme ou autre.

Motivation extrinsèque

La motivation extrinsèque (Deci et Ryan, 2000) consiste à faire une activité pour en tirer quelque chose de plaisant ou pour éviter quelque chose de déplaisant. Elle se divise en quatre sous-catégories (régulation externe, régulation introjectée, régulation identifiée et régulation intégrée). La motivation extrinsèque à **régulation externe** se manifeste lorsque l'activité est soumise à des sources de contrôle extérieures à la personne comme les parents ou la direction par exemple. La motivation extrinsèque à **régulation introjectée** se caractérise par une intériorisation des sources de contrôle externes de ses actions ou comportements. La motivation extrinsèque à **régulation identifiée** s'applique lorsque l'individu valorise et juge importante l'action parce qu'il l'a choisie. Finalement, la motivation extrinsèque à **régulation intégrée** représente le niveau le plus élevé d'autodétermination puisque la motivation du comportement est cohérente avec les autres actions de l'individu.

Motivation et apprentissage de la science

L'étude de Sanfeliz et Stalzer's (2003) suggère que trois composantes de la motivation (motivation intrinsèque, autodétermination et autoefficacité) jouent un rôle dans l'apprentissage de la science. La motivation intrinsèque est la satisfaction inhérente dans l'étude de la science pour elle-même (Eccles, Simpkins et Davis-Kean, 2006), l'autoefficacité est la croyance des étudiants qu'ils peuvent bien réussir en science (Baldwin, Ebert-May, et Burns, 1999) et l'autodétermination est le contrôle que les étudiants croient avoir sur leur apprentissage de la science (Black et Deci, 2000).

Sources de motivation

Tuan, Chin et Sheh, (2005) ont trouvé six facteurs de motivation associés aux sciences : l'autoefficacité, les stratégies d'apprentissage actif, la valeur de l'apprentissage scientifique (*Task value*), la performance comme but, la réussite comme but et l'environnement d'apprentissage. L'autoefficacité semble être le principal facteur et est décrite comme étant la perception individuelle de ses compétences à apprendre ou à accomplir certaines tâches (Bandura, 1997). Dans un contexte scolaire, l'autoefficacité représente la façon dont les

étudiants évaluent leurs propres compétences à apprendre ou à rencontrer certains objectifs reliés à leur apprentissage (Schunk, 1985). Le concept de stratégie d'apprentissage se réfère à des comportements et à des idées qu'un apprenant met en œuvre lors de l'apprentissage qui contribuent au processus d'encodage de l'apprenant (Weinstein et Meyer, 1986).

Facteurs influençant l'intérêt et la motivation

Les facteurs identifiés dans la littérature peuvent être regroupés de manière simplifiée en deux catégories selon leur influence positive ou négative sur la poursuite du parcours scolaire en sciences et technologie. On peut comprendre que cette dichotomie soit importante pour l'analyse de ce problème. Les facteurs négatifs sont possiblement tout aussi importants sinon plus que les facteurs positifs pour la poursuite des études en sciences et technologie. Dans la prochaine section, les facteurs positifs et négatifs qui ont été identifiés dans la littérature récente relativement à l'intérêt et la motivation pour les études en sciences seront présentés.

Facteurs positifs

Les élèves ont besoin de vivre des expériences positives pour développer leur autoefficacité en sciences et c'est cette autoefficacité qui les aidera à poursuivre des études en sciences (McClure et Rodriguez, 2007). Plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer positivement l'intérêt et la motivation pour les études supérieures en sciences de la nature.

Facteurs extrinsèques

Plusieurs des facteurs positifs sont d'origine extrinsèque. En effet, des facteurs tels que la famille, les pairs, les enseignants et la classe (Blatchford et coll., 2006) influencent considérablement l'intérêt et la motivation. Catsambis (1995) a même suggéré que des facteurs tels que la famille et la communauté peuvent dans certains cas être plus importants que la motivation intrinsèque.

Influence des parents

L'influence de la famille serait particulièrement importante en sciences (Schoon, Ross et Martin, 2007; Smetana, Campione-Barr et Metzger, 2006). Ainsi, le niveau d'engagement des parents dans la formation en sciences et mathématiques serait proportionnel à la performance de leurs enfants dans les tests de ces disciplines (Smith et Hausafus, 1998). La participation des parents dans l'éducation scientifique de leurs enfants stimule également l'intérêt envers les sciences (George et Kaplan, 1997). Toutefois, l'implication des parents diminue progressivement avec l'âge dès le début du secondaire (Atwater, Wiggins et Gardner, 1995).

Rôle des enseignants

Les enseignants ont aussi un rôle important à jouer dans le développement de l'intérêt chez les élèves. La qualité de l'enseignement des enseignants de sciences influence en effet grandement l'intérêt pour certains sujets ou thèmes spécifiques (Christidou, 2011). Certaines études ont observé que l'intérêt pour les sciences diminue lors du passage du primaire au secondaire (Jones et Eick, 2007; Barton, Tan et Rivet, 2008). Ainsi, les enseignants du premier cycle du secondaire ont donc un rôle crucial à jouer pour maintenir l'intérêt et la motivation. Yager et Penick (1986) recommandent en ce sens que les classes de sciences doivent permettre aux étudiants de se sentir confortables et capables de réussir, ce qui contribuerait à augmenter l'intérêt contextuel.

Myers et Fouts (1992) ont trouvé que les attitudes positives des élèves envers les sciences étaient associées à un haut degré d'engagement, aux relations positives avec les pairs et à l'utilisation d'une variété de stratégies pédagogiques souvent innovatrices. Les enseignants ont donc tout intérêt à faire développer des attitudes positives chez leurs étudiants. Bryan et coll. (2011) ont suggéré que les enseignants devraient être des modèles à imiter et qu'ils devraient utiliser des activités d'apprentissage collaboratif pour encourager la motivation, la performance et l'intérêt pour les études scientifiques.

Toutefois, l'inexpérience des professeurs peut avoir un effet négatif important sur la motivation et l'intérêt des jeunes pour les sciences (Oakes, 1990).

Environnement scolaire

L'attitude des étudiants envers la science peut varier selon la forme de présentation de la matière (Zacharia et Barton, 2004). Lorsque les étudiants travaillent sur des projets pertinents pour eux, ils ont généralement une attitude positive envers la science (Zacharia et Barton, 2004). Cette attitude positive vient augmenter l'intérêt contextuel (Harackiewicz et coll., 2007) et augmenter l'intérêt pour la science (Howe et Jones, 1998). Osborne, Simon et Collins (2003) ont trouvé que la motivation pour les sciences est entre autres influencée par l'attitude des amis et des pairs envers la science.

Facteurs intrinsèques

Des facteurs intrinsèques jouent aussi un rôle très important dans la motivation et l'intérêt pour les études scientifiques.

Préférences selon le genre

On sait depuis longtemps que le genre est un facteur important de l'intérêt pour les sciences (Gardner, 1975). Plusieurs études (Francis et Greer, 1999; Jones et coll., 2000; Menis, 1983; Sjøberg, 1983, 2000a, 2000b; Weinburgh, 1995) ont constaté que les garçons ont des attitudes plus positives envers les sciences que les filles alors que d'autres études n'ont pas trouvé de différences statistiquement significatives entre les genres (Selim et Shrigley, 1983; Kahle et Meece, 1994). Les filles sont plus attirées par la biologie que les garçons; on observe l'inverse pour la physique (Trumper, 2006). Selon Correll (2001), les filles sont plus orientées vers des buts instrumentaux que les garçons. Par contre, les garçons sont plus orientés vers des buts de performance que les filles.

Corrélation avec l'âge

Les premières années du secondaire semblent cruciales pour le développement de l'intérêt pour les sciences (Bulunuz et Jarret, 2010; Harmner et Columba, 2010). Au cours de ces années, les facteurs extrinsèques amorcent leur influence sur le parcours scolaire des étudiants (Lanzilotti et Montinaro, 2009). L'intérêt pour les sciences diminue lors du passage du primaire au secondaire (Jones et Eick, 2007; Barton, Tan et Rivet, 2008). Graber (1993) a trouvé que l'intérêt pour les sciences, particulièrement la chimie et la physique chute vers la fin des études secondaires. Ainley, Kos et Nicholas (2008) ont trouvé, quant à eux, que l'intérêt pour les sciences en général chute dès la 8^e année. Tai et ses collaborateurs (2006) suggèrent que l'intérêt et les encouragements pendant ces années sont associés à la probabilité de la poursuite d'étude dans le domaine scientifique. Leur étude montre que les élèves ayant de l'intérêt pour les sciences en deuxième secondaire ont trois fois plus de chance de se rendre à l'université dans un programme scientifique que ceux qui n'en ont pas.

Sentiment d'autoefficacité

Selon Andrew (1998), au niveau collégial, l'auto-efficacité prédit la réussite scolaire et la persistance dans les études supérieures en sciences (Dalgety et Coll, 2006; Gwilliam et Betz, 2001; Lent, Brown, et Larkin, 1984; Luzzo et coll., 1999; Schaefers, Epperson et Nauta, 1997).

Facteurs négatifs

Peu de facteurs négatifs sont été identifiés dans la littérature scientifique concernant l'intérêt et la motivation pour les études en Sciences de la nature. Pourtant, on peut considérer que ces facteurs puissent être déterminants pour le choix des programmes d'étude. Souvent, une seule expérience négative peut avoir des conséquences déterminantes sur la suite du cheminement scientifique d'un étudiant (Costa, 1995). Il convient donc de se concentrer sur ces facteurs négatifs.

Problème d'anxiété

L'anxiété est un aspect important de motivation négative qui peut décourager le choix de poursuivre ses études en science (Bandura, 1986; Cassady et Johnson, 2002; Correll, 2001; Mallow, 1994; Ruffell, Mason et Allen, 1998. Mallow (1994), Udo et ses collaborateurs (2001) ont étudié l'anxiété en science et ont trouvé que les filles avaient des scores d'anxiété significativement supérieurs à ceux des garçons.

Perception de la difficulté

Plusieurs études (Crawley et Black, 1992; Havard, 1996; Hendley et coll., 1996) ont identifié que la perception qu'ont les étudiants que la science est difficile est un facteur déterminant dans le choix des domaines d'étude. Poursuivre ses études en sciences peut même être perçu comme un risque (Kahneman et Tversky, 1984).

Comportements d'évitement

Patrick et Yoon (2004) ont trouvé que des comportements d'évitement de la performance sont associés à un engagement inadapté comprenant (1) l'approche désorganisée à l'étude, (2) des stratégies d'apprentissage plus en surface et moins en profondeur, (3) le manque de persistance, (4) l'évitement de la recherche d'aide, (5) l'anxiété et (6) la piètre performance scolaire (Elliot, McGregor et Gable, 1999; Middleton et Midgley, 1997).

Stéréotypes sur les scientifiques

Les stéréotypes et les idées véhiculés par la société sur les scientifiques peuvent avoir un effet négatif sur l'intérêt et la motivation pour les études en sciences (Brush, 1979; Nosek et coll., 2009). Des idées telles que la science est socialement stérile, autoritaire, non humaniste, positiviste et est faite de vérités absolues par exemple, font en sorte que plusieurs étudiants délaissent les études en sciences (Aikenhead, 1996) et ce, même chez les plus doués dont certains quittent les sciences après leurs études secondaires et s'inscrivent dans des programmes non scientifiques à l'université (Oxford University Department of Educational Studies, 1989). On peut facilement s'imaginer l'effet que ces stéréotypes ont sur les étudiants moins doués.

Ces quelques facteurs négatifs identifiés dans la littérature pourraient être vus comme des conséquences d'expériences négatives. On peut comprendre aussi que la perception que la science puisse être difficile et que les stéréotypes véhiculés sur les scientifiques ne soient pas étrangers, eux non plus, à des expériences négatives antérieures. Enfin, on peut certainement penser que les comportements d'évitement pourraient avoir les mêmes causes. Une meilleure compréhension de ces expériences négatives déterminantes pourrait permettre de mieux intervenir à la source même du problème afin de minimiser leur impact sur la suite du cheminement scolaire de l'élève.

3. Méthodologie

Cette étude longitudinale sur trois ans a été menée afin de tracer un portrait d'étudiants préuniversitaires quant à leur perception de l'enseignement des sciences au secondaire et au collégial et pour mesurer leur intérêt et leur motivation pour les études supérieures en sciences de la nature. À cette fin, 1742 étudiants préuniversitaires ont répondu au questionnaire IDJS (Intérêt et désintérêt des jeunes pour les sciences) développé pour cette étude dès leur entrée au collégial. Cet instrument a mesuré leur intérêt et leur motivation envers la science avec 45 items de type Likert sur leurs expériences en classe de science au secondaire. Pour ajouter la richesse à l'analyse, des questions ouvertes ont été aussi incluses dans l>IDJS, demandant notamment aux étudiants de décrire des expériences positives et négatives dans leurs cours de sciences, aussi bien que leur avis sur la science apprise à l'école.

L'échantillon a été choisi parmi un échantillon total de 24 000 étudiants inscrits dans 15 collèges préuniversitaires dans la province de Québec. Pour chaque collège, on a demandé à des professeurs volontaires de passer le questionnaire IDJS en classe. Des 1742 étudiants qui ont répondu au questionnaire, 1013 étaient inscrits dans un programme de science de la nature (incluant Baccalauréat International et Sciences, Lettres et Arts), tandis que 729 d'entre eux étaient inscrits dans un autre programme tels que Sciences humaines ou Arts et Lettres.

À la fin de leur formation collégiale (après 4, 5 ou 6 sessions), 285 des étudiants faisant partie de l'échantillon initial étant encore inscrits en Sciences de la nature ont été invités à répondre à un second questionnaire portant sur leur expérience au collégial. Ce taux de réponse de 28% s'explique par le taux de diplomation au Québec qui est d'environ 31%.

L'analyse statistique des données a permis de comparer les réponses des étudiants en sciences de la nature à celles des étudiants des autres programmes concernant leur intérêt et désintérêt envers la science. Les

réponses ouvertes concernant des raisons de cet intérêt ou désintérêt ont été codées et analysées quantitativement.

4. Résultats

Intérêt

Des scores pour chaque niveau de développement d'intérêt ont été calculés. Le tableau 1 présente les coefficients de Cronbach ainsi que le nombre d'items retenus pour chaque score. Les résultats montrent une bonne consistance interne pour tous les scores.

Tableau 1. Coefficients de Cronbach et nombre d'items pour chaque score d'intérêt

Scores d'intérêt	Alpha Coeff.	Nb items
Score d'intérêt contextuel déclenché	,689	7
Score d'intérêt contextuel entretenu	,745	5
Score d'intérêt individuel émergent	,697	6
Score d'intérêt individuel développé	,706	6

On observe, dans le tableau 2 que les étudiants en sciences de la nature ont un score d'intérêt supérieur lorsque comparés à ceux des autres programmes pour chacun des quatre niveaux. Toutes les différences observées sont très significatives.

Tableau 2. Différences statistiquement significatives des scores d'intérêt selon le programme (sciences de la nature : S et autre programme : NS)

Scores	Gr.	N	Moyenne	SD	T	p	η^2
Intérêt contextuel déclenché	S	737	0,651	0,167	-9,472	<,001	0,074
	NS	393	0,541	0,195			
Intérêt contextuel entretenu	S	737	0,618	0,186	-19,868	<,001	0,259
	NS	393	0,383	0,194			
Intérêt individuel émergent	S	737	0,636	0,169	-16,52	<,001	0,191
	NS	393	0,461	0,176			
Intérêt individuel développé	S	737	0,524	0,183	-12,073	<,001	0,114
	NS	393	0,385	0,183			

Les scores des niveaux d'intérêt et le programme d'étude (science de la nature ou autre) ont été analysés par une MANOVA. Celle-ci a montré globalement un effet significatif multivarié pour chacun des quatre niveaux associés au fait d'étudier en sciences de la nature ($D=119.651$, $p<.001$, $\eta^2=0.298$). Les analyses univariées ont également montré des effets significatifs pour chacun des niveaux d'intérêt : Intérêt contextuel déclenché ($D=101.805$, $p<.001$, $\eta^2=0.083$), Intérêt contextuel maintenu ($D=418.124$, $p<.001$, $\eta^2=0.270$), Intérêt individuel émergent ($D=277.080$, $p<.001$, $\eta^2=0.197$), Intérêt individuel développé ($D=153.325$, $p<.001$, $\eta^2=0.120$).

Motivation

Des scores ont été calculés pour chacun des niveaux de motivation. Le tableau 3 présente les coefficients de Cronbach ainsi que le nombre d'items pour chaque score. Ces résultats montrent une bonne cohérence interne pour le score d'amotivation et une cohérence acceptable pour le score d'auto-efficacité.

Tableau 3. Coefficients de Cronbach et nombre d'items pour chaque score de motivation

Scores	Alpha Coeff.	Nb items
Amotivation	,783	3
Autodétermination	n/a	1
Motivation pour les notes	n/a	1
Auto efficacité	,660	3

Nous observons dans le tableau 4 que les étudiants en Sciences de la nature sont moins amotivés, ont un score supérieur pour l'autodétermination, l'auto-efficacité et la motivation pour les notes. Toutes les différences observées sont très significatives.

Tableau 4. Différences statistiques pour les moyennes des scores de motivation des étudiants en Sciences de la nature (S) et ceux des autres programmes (NS)

Scores	Gr.	N	Moy.	SD	T	p	η^2
Amotivation	S	736	,1454	,23011	12,062	<,001	0,114
	NS	392	,3033	,16365			
Autodétermination	S	736	,7463	,26091	7,140	<,001	0,043
	NS	392	,6273	,27683			
Motivation pour les notes	S	737	,8740	,21444	12,699	<,001	0,125
	NS	392	,6697	,27750			
Auto efficacité	S	736	,6664	,20175	13,851	<,001	0,146
	NS	392	,4720	,23577			

Expériences positives et négatives

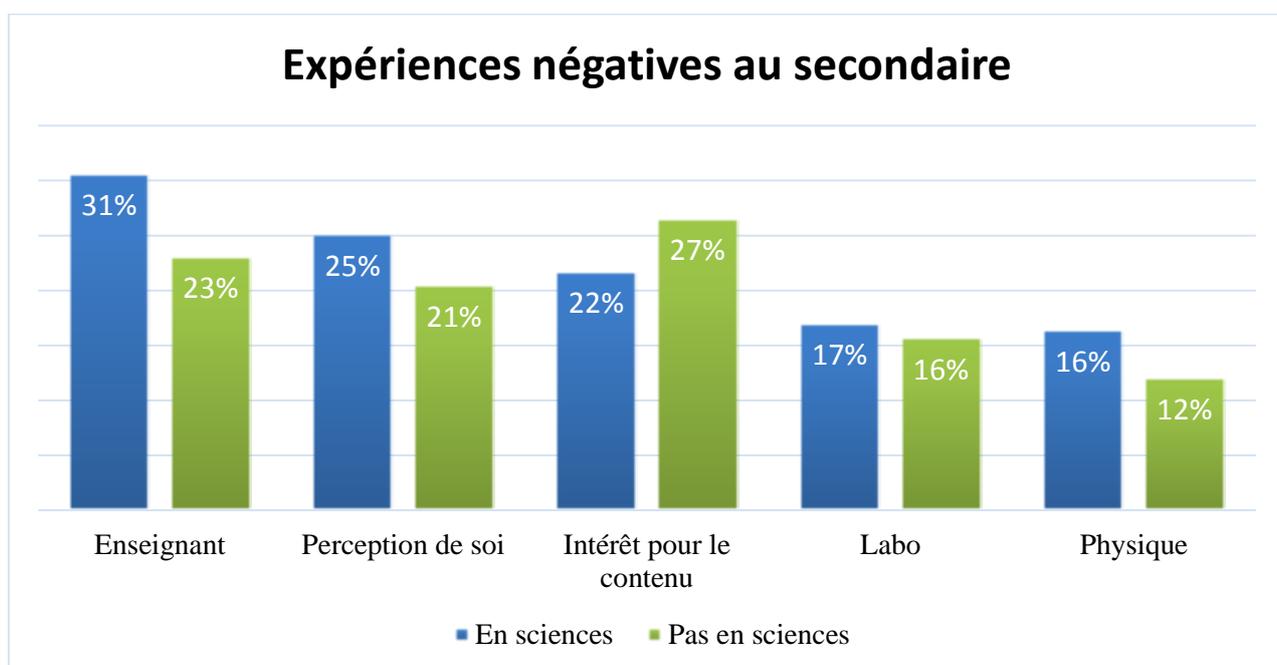
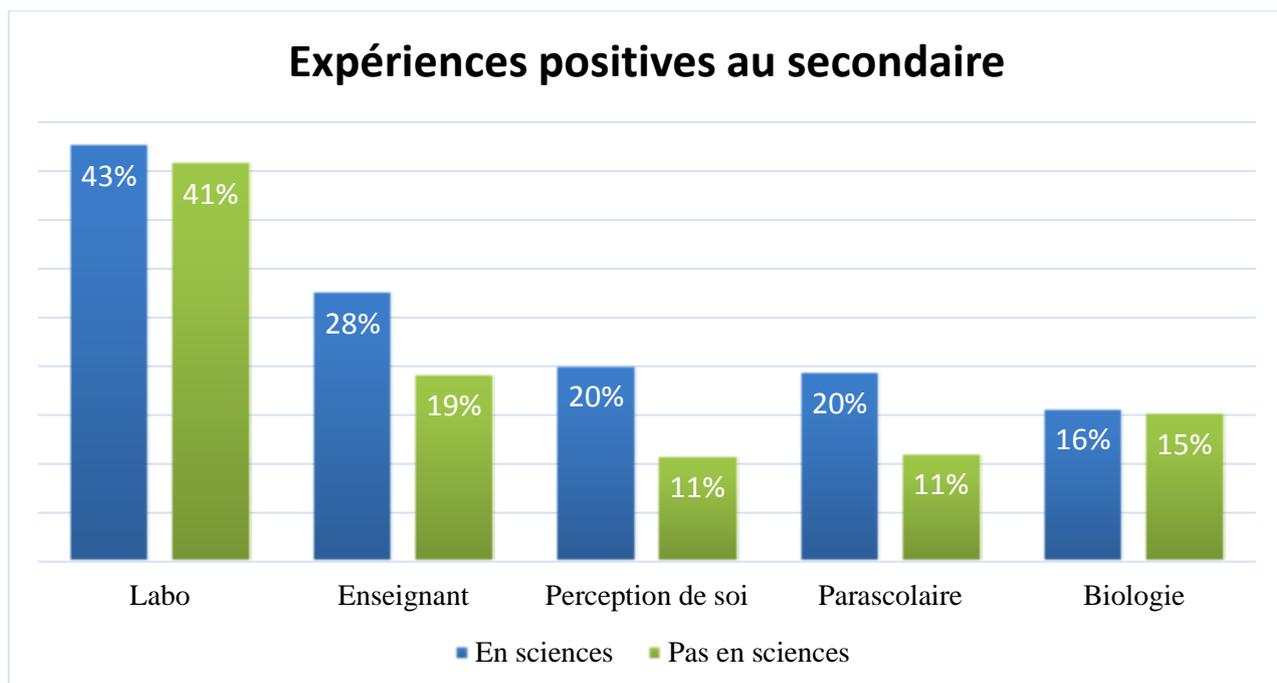
Les réponses aux questions ouvertes de l'IDJS à leur entrée au collégial sont particulièrement intéressantes à la lumière des différences observées pour l'intérêt pour la science. Lorsqu'on a demandé aux étudiants de décrire des expériences positives et négatives qu'ils ont vécues en sciences et technologie au secondaire, qu'ils soient inscrits en Sciences de la nature au collégial ou non, les étudiants ont décrit des événements qui étaient semblables en nature et en fréquence (figures 1). Les expériences positives les plus fréquentes sont associées à leur relation aux professeurs et leurs cours de laboratoire. Les expériences négatives les plus fréquentes ont été aussi associées à la relation avec leurs professeurs, au programme d'études et leur autoperception liée à la difficulté perçue du programme d'études.

Les expériences de laboratoire ont marqué positivement les étudiants, tant chez ceux qui ont poursuivi en sciences de la nature au collégial que ceux qui se sont inscrits dans d'autres programmes. Les enseignants, la perception de soi, les activités parascolaires à caractère scientifique ainsi que la discipline biologie ont également été relatés comme expériences positives qui les ont ou les auraient incités à s'inscrire en Sciences de la nature au collégial. Il est intéressant de constater que les professeurs sont très importants pour les élèves

de secondaire et qu'ils peuvent laisser une impression à la fois positive et négative sur eux. Nous avons remarqué que souvent, le même étudiant a décrit une expérience positive et une expérience négative à propos de ses professeurs (10% chez les étudiants en sciences de la nature et 3% chez les étudiants des autres programmes).

La perception de soi, l'intérêt pour les contenus scientifiques, les expériences de laboratoire et la discipline physique ont été données en exemple comme expériences négatives qui les ont ou les auraient incités à ne pas s'inscrire en Sciences de la nature au collégial et ce, tant chez ceux qui ont poursuivi en Sciences de la nature au collégial que ceux qui ont choisi d'autres programmes.

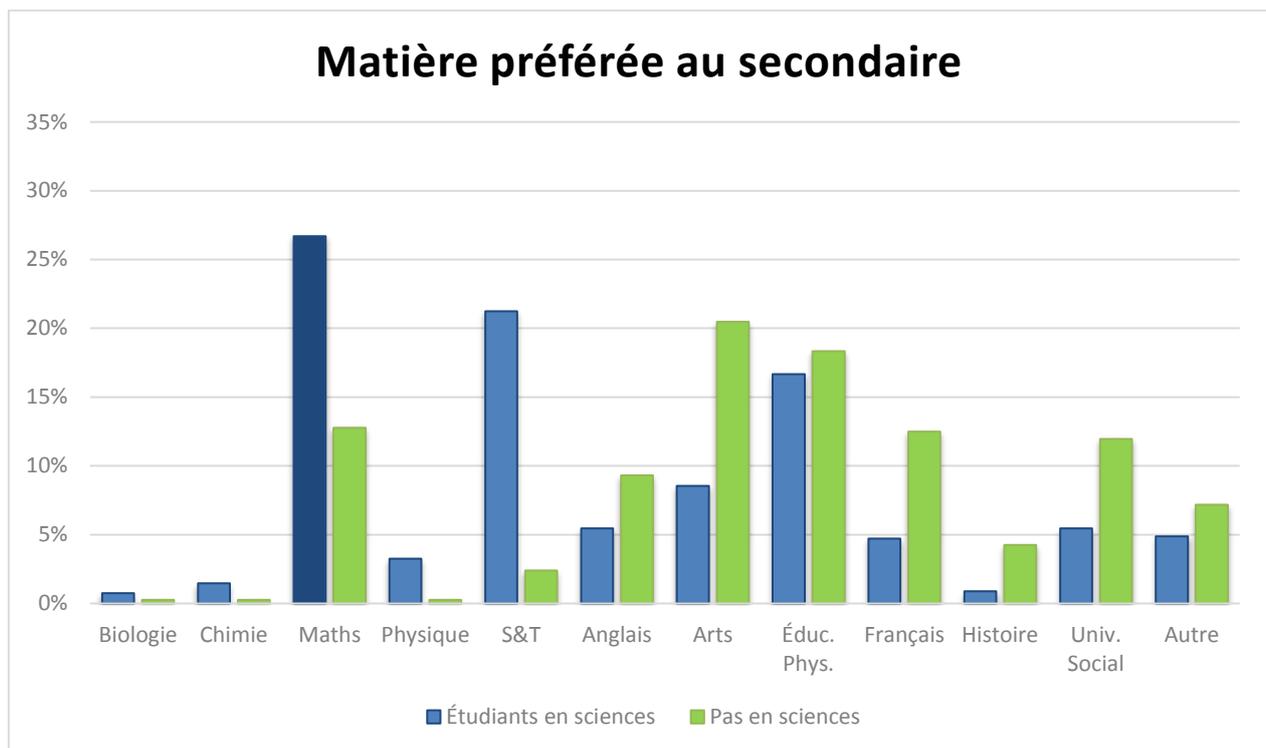
Figure 1. Pourcentage d'étudiants en sciences ou dans un autre programme au collégial ayant indiqué des expériences positives et négatives en Science et technologie au secondaire, regroupées par catégories les plus fréquemment invoquées.

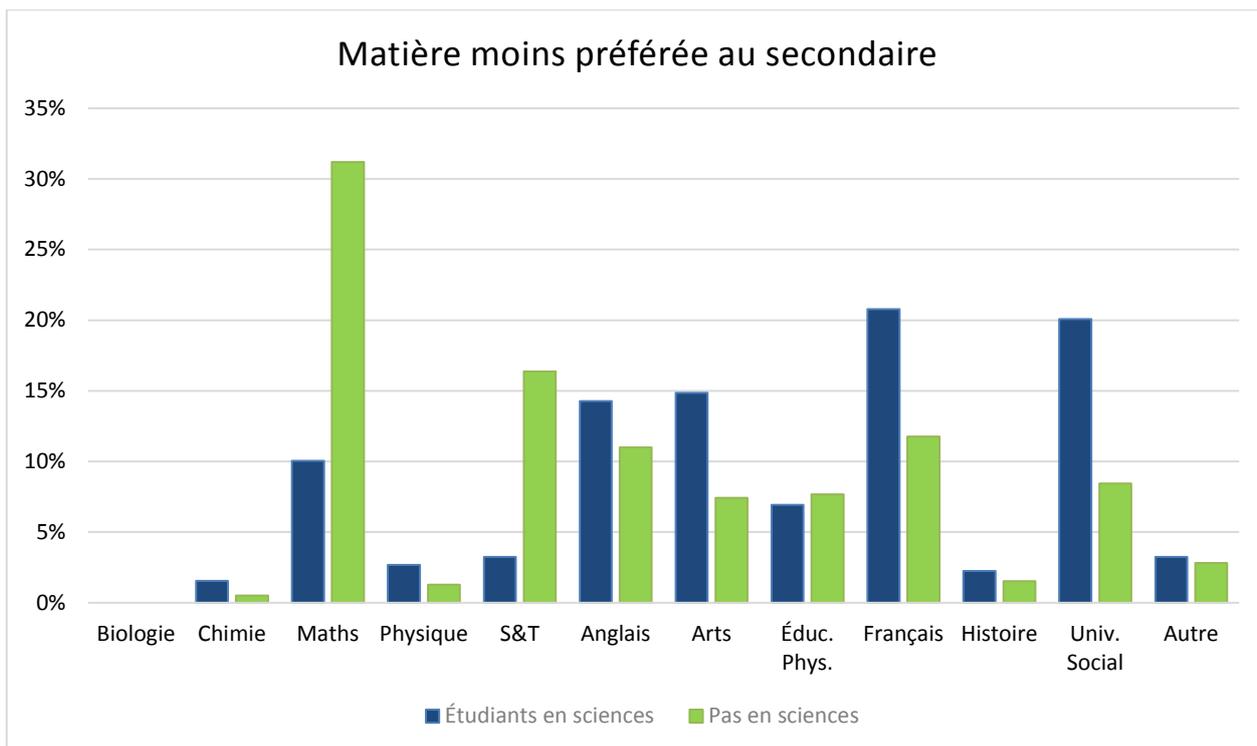


Cours préférés et moins préférés au secondaire

On a également demandé aux étudiants d'identifier leurs cours préférés et les moins préférés au secondaire. La figure 2 montre que les préférences des étudiants en Sciences de la nature étaient opposées à celles des autres programmes. Les étudiants de Sciences de la nature préféraient les cours de mathématiques et de Sciences et technologie (incluant biologie, chimie et physique) tandis que ceux des autres programmes préféraient les arts, l'univers social, le français et d'autres cours. En ce qui concerne les cours les moins préférés, on observe l'inverse.

Figure 2. Matières préférées et moins préférées au secondaire chez les étudiants qui se sont inscrits en Sciences de la nature au collégial et ceux des autres programmes.

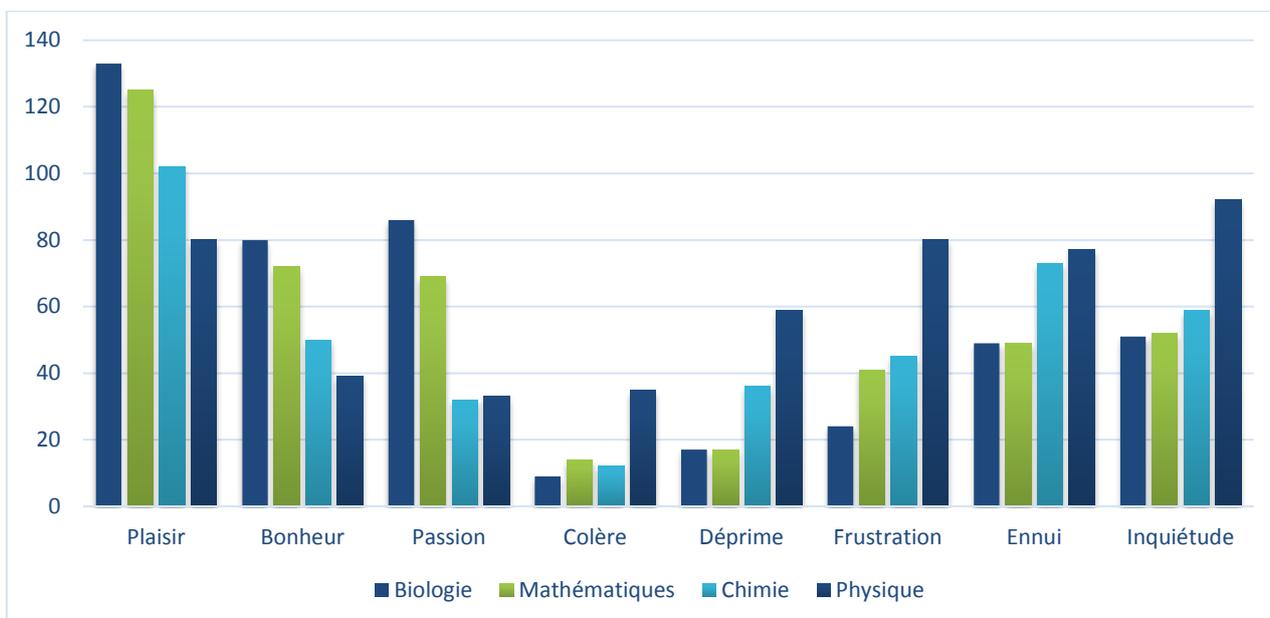




Émotions associées aux cours de Sciences de la nature au collégial

Nous avons finalement demandé aux finissants de Sciences de la nature d'associer une série d'émotions à chacun des cours de formation spécifique. On constate que les émotions positives (plaisir, bonheur, passion) sont plus associées aux cours de biologie et de mathématiques tandis que les émotions négatives (colère, déprime, frustration, ennui et inquiétude) sont plus associées aux cours de chimie et de physique. Les étudiants ont des émotions diamétralement opposées en biologie et en physique.

Figure 3. Émotions associées aux cours de formation spécifique en sciences de la nature au collégial.



5. Discussion

L'intérêt envers les sciences est très différent pour les étudiants inscrits en Sciences de la nature de celui des étudiants inscrits aux autres programmes au collégial. Les étudiants de Science de la nature démontrent des niveaux plus élevés pour chacun des quatre niveaux de développement d'intérêt (Hidi et Renninger, 2006) que ceux des autres programmes. Cela montre aussi que les étudiants de science sont plus intéressés aux études en général que ceux des autres programmes. Cependant, le premier niveau d'intérêt (contextuel déclenché) est le plus élevé tant chez les étudiants en Sciences de la nature que ceux des autres programmes. Ceci est conforme aux résultats de recherches précédentes montrant que l'intérêt vers la science a tendance à diminuer avec l'âge dans le général (Tracey 2002), étant ici à la phase la plus basse pour les étudiants de 17-18 ans.

L'attitude des étudiants envers la science peut varier selon les tâches proposées et la façon dont la science est enseignée (Zacharia et Barton, 2004). Lorsqu'ils se sentent plus impliqués dans leurs cours, l'attitude des étudiants peut améliorer (Harackiewicz et coll., 2000), ce qui souligne l'importance des professeurs dans le processus, tel que confirmé par les réponses aux questions ouvertes.

En considérant leur motivation, les étudiants de Sciences de la nature sont non seulement plus intrinsèquement motivés, étant donné leur score plus élevé d'autodétermination, mais ils ont aussi une meilleure perception de leurs propres capacités, comme le démontre leur score d'auto-efficacité plus élevé. C'est justement ce à quoi on s'attend des étudiants en Sciences de la nature. Cependant, nos résultats montrent que même si ces étudiants pensent que les classes de science sont difficiles (réponses aux questions ouvertes), ils persévéraient toujours, probablement à cause de leur haut niveau d'auto-efficacité.

Les étudiants de Sciences de la nature ont des scores plus élevés pour la motivation pour les notes que ceux des autres programmes et ont des scores d'amotivation inférieurs. Comme la motivation pour les notes est associée à la persévérance scolaire et que l'amotivation est associée à l'abandon scolaire (Schunk 1991), nos résultats confirment la littérature.

Les expériences de laboratoire, les professeurs, l'autoperception de performance et la biologie sont principalement associés aux expériences positives qui ont joué un rôle important pour l'inscription de l'étudiant dans un programme de Science de la nature au collégial. L'autoperception liée à la difficulté perçue du programme d'études, les professeurs et la physique ont été associés à des expériences négatives qui ont incité les étudiants à ne pas s'inscrire en Sciences de la nature au collégial.

6. Recommandations pédagogiques

Afin d'inciter plus de jeunes à poursuivre des études en Sciences de la nature, nous recommandons de faire vivre aux élèves des réussites en sciences et technologies le plus tôt possible dans leur parcours au secondaire. Ceci pourrait maintenir la motivation pour les études supérieures en Sciences de la nature en leur permettant de se sentir plus compétents. De plus, il serait judicieux d'identifier les élèves qui s'intéressent beaucoup aux sciences et technologies au secondaire et de les encourager à poursuivre dans ce domaine au collégial surtout chez ceux qui éprouvent un manque de motivation pour les mathématiques, qui nous est apparu comme un facteur associé à l'inscription dans un autre programme malgré l'intérêt pour les sciences.

Nous n'avons pas observé de diminution de l'intérêt pour les sciences pendant le parcours collégial des étudiants inscrits en Sciences de la nature. Cependant, la perception de la difficulté des études en sciences ainsi que la perception négative de soi augmentent pendant leur passage au collégial. Ces étudiants constatent que faire des Sciences est beaucoup plus difficile au collégial qu'au secondaire. Renforcer la perception positive de soi des étudiants en Sciences de la nature au collégial en encourageant leur réussite pourrait inciter un plus grand nombre à poursuivre dans le domaine des Sciences à l'université.

La médecine était la profession la plus convoitée à l'entrée au collégial parmi les étudiants de notre échantillon. Par ailleurs, plusieurs ambitions de carrière des étudiants de sciences étaient regroupées dans les mêmes champs d'intérêt, par exemple les sciences de la santé, le génie ou l'enseignement. Il pourrait s'avérer utile que les élèves, dès le secondaire, soient mis en contact avec d'autres professions liées aux sciences et technologies, et en particulier dans le domaine de la santé, qui est visé par près de la moitié des étudiants à leur entrée dans le programme de sciences collégial. Ces étudiants pourraient ainsi s'orienter vers des carrières enrichissantes dont ils ne soupçonnaient peut-être même pas l'existence. En parallèle, assez peu

d'étudiants manifestaient l'intention de poursuivre une carrière en sciences pures et appliquées, peut-être parce qu'il s'agit de professions mal connues. Nous jugeons qu'une meilleure connaissance des programmes universitaires et des carrières qui y sont liées pourrait améliorer l'orientation professionnelle des étudiants, en particulier de ceux qui démontrent un fort intérêt pour les sciences et qui obtiennent des résultats scolaires de bon niveau, mais pour qui les professions exigeant de suivre un programme universitaire contingenté ne sont peut-être pas le meilleur choix.

Dans notre échantillon, certains étudiants n'ont pas terminé le programme de Sciences de la nature après trois ans, plusieurs d'entre eux ayant changé de programme collégial. Nous avons noté que ces étudiants démontraient en moyenne moins d'intérêt pour les sciences que les autres, et ce, dès leur entrée au collégial. De leur propre aveu, certains d'entre eux s'étaient inscrits en sciences parce qu'ils ne savaient pas quoi faire d'autre. Si le collégial est un bon moment pour affiner son choix de carrière, il n'est tout de même pas utile que les étudiants s'inscrivent à un programme qui ne correspond pas à leurs propres goûts et habiletés. Ainsi, pour certains, les études de sciences ne sont pas le meilleur choix. Ces étudiants risquent fort d'abandonner le programme, souvent au terme d'échecs dans les cours de la formation spécifique pour lesquels ils n'avaient pas d'intérêt ou de motivation. On gagnerait à détecter rapidement ces étudiants pour leur éviter les errances auxquelles les condamne une mauvaise orientation initiale. En mesurant rapidement, dès le secondaire, leur niveau d'intérêt pour les sciences, voire pour les autres domaines, on pourrait recommander à ces étudiants des programmes qui leur conviennent mieux. Ainsi, de façon très pragmatique, on pourrait améliorer les taux de persévérance (réinscription en 3^e session au collégial), de réussite et de diplomation puisque les étudiants qui n'auraient jamais terminé le programme de sciences ne s'y inscriraient pas au départ.

Les étudiants qui ont participé à notre projet de recherche déclarent avoir moins aimé les cours de physique que les autres cours de sciences au collégial. C'est encore plus vrai pour les filles. Si l'on enseignait la physique avec des mises en contexte plus proches de la réalité des étudiants, et en particulier à partir de notions liées à l'être humain (un sujet qui intéresse beaucoup les étudiants de sciences de la santé), les filles et même les garçons pourraient l'apprécier davantage, en avoir une meilleure compréhension conceptuelle et obtenir de meilleurs résultats aux examens. Enfin, une telle approche encouragerait peut-être certaines filles et certains garçons à faire carrière dans un domaine scientifique pur ou appliqué qui est lié à la physique.

Comme nous l'avons mentionné, si en général les étudiants de notre échantillon aimaient moins la physique, ils aimaient toutefois beaucoup plus la biologie. Certains d'entre eux nous ont rapporté que le ratio des cours de physique (trois cours de physique sont obligatoires en Sciences de la nature) leur semblait trop important et les notions étudiées, assez éloignées de leurs intérêts professionnels. En effet, notons que plus de 40 % des diplômés de sciences de notre échantillon comptaient étudier en sciences de la santé à l'université. Puisqu'un seul cours de biologie est obligatoire (dans la plupart des établissements collégiaux), il serait sans doute avisé de revoir l'équilibre entre les disciplines de façon à offrir un même nombre d'heures obligatoires dans chacune des quatre disciplines de la formation spécifique du programme de sciences – biologie, chimie, physique et mathématiques.

Dans le même sens que la recommandation précédente, afin de répondre aux intérêts des étudiants et les préparer adéquatement aux études universitaires, il pourrait être avisé de concevoir le nouveau programme de sciences de la nature de façon à assurer un tronc commun solide à tous les étudiants dans les quatre disciplines scientifiques, tout en leur permettant de choisir davantage de cours à option qui feraient partie de la formation spécifique. Cette flexibilité pourrait les encourager à persévérer en sciences et à approfondir les domaines qui les intéressent le plus, favorisant ainsi un choix éclairé de programme universitaire. Nous jugeons par ailleurs qu'il serait important que ce tronc commun soit conçu de façon à permettre la mobilité étudiante d'un établissement à l'autre.

7. Conclusions

Au secondaire, les étudiants de notre échantillon ont été marqués positivement par les expériences de laboratoire, les professeurs, la perception de soi, les activités parascolaires à caractère scientifique et la biologie. Ceux qui se sont inscrits en Sciences de la nature au collégial ont préféré les cours de mathématiques et de sciences et technologie au secondaire.

Les enseignants, la perception de soi et les laboratoires ont aussi marqué négativement les étudiants tout comme l'intérêt pour les contenus scientifiques ainsi que la physique qui ont incité les élèves à ne pas choisir

le programme de Sciences de la nature au collégial. Ceux qui se sont ne se sont pas inscrits en sciences de la nature au collégial ont préféré les cours d'arts, l'univers social, le français et d'autres cours.

Les étudiants qui se sont inscrits en Sciences de la nature sont plus intéressés aux études en général et plus particulièrement pour les sciences, sont plus motivés intrinsèquement, ont une meilleure perception de leurs capacités, sont plus motivés pour les notes, préfèrent la biologie à la physique que ceux inscrits dans d'autres programmes. Leur intérêt pour les sciences ne diminue pas au collégial, l'intérêt pour les sciences, la perception de la difficulté et le désir de performance expliquent 57% de la variabilité des données.

Les émotions associées aux cours de biologie (plaisir, bonheur, passion) sont diamétralement opposées à celles des cours de physique (inquiétude, ennui, frustration, déprime, colère). Celles associées aux cours de mathématiques et de chimie sont entre les deux.

8. Remerciements

Cette recherche a été subventionnée par le Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et de la Technologie du Québec (PAREA et PSCCC) et par le Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante (CRIFPE-Université du Québec). Nous remercions les professeurs et conseillers pédagogiques qui ont distribué les questionnaires au début de l'étude, ainsi que nos assistants de recherche : Jano Bourgeois, Miguel Chagnon, Françoise Doré, Alexandre Guay, David Courtemanche, Jérôme Goyer, Magalie Fournier-Plouffe ainsi que les responsables de l'organisation scolaire des collèges participants qui nous ont fourni les données scolaires.

9. Considérations éthiques

Cette étude a reçu une approbation éthique de la part du comité d'éthique de l'Université du Québec à Montréal et de tous les collèges participants où une telle approbation était requise. Elle a donc été réalisée selon les standards éthiques de haut niveau. Les participants ont été informés et ont donné leur consentement avant de participer à l'étude. Ils avaient le loisir de quitter la recherche à tout moment sur simple avis au chercheur principal.

10. Conflit d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

11. Références

- Aikenhead, GS. (1996). Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science. *Studies in Science Education*, (27), 1-52.
- Ainely, M., Hidi, S. et Berndorff, D. (2002). Interest, learning and the psychological process that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 545–561
- Ainley, J., Kos, J., et Nicholas, M. (2008). ACER Monograph No. 63: Participation in Science, Mathematics and Technology in Australian Education. Melbourne: The Australian Council of Educational Research.
- Ainley, M. et Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International journal of Science Education*, 33(1), 51-71.
- Andrew, S. (1998). Self-efficacy as a predictor of academic performance in science. *Journal of Advanced Nursing*, 27, 596–603.
- Annetta, L., Minogue, M., Holmes, S. et Cheng, M. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers in Education*, 53(1), 74–85.
- Atwater, M. M., Wiggins, J. et Gardner, C. M. (1995). A study of urban middle school students with high and low attitudes toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 665–677.
- Baldwin, J., Ebert-May, D., et Burns, D. (1999). The development of a college biology self-efficacy instrument for non-majors. *Science Education*, 83, 397 – 408.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman.

- Barlia, L. (1999). High School Students' Motivation to Engage in Conceptual Change-Learning in Science, Unpublished PhD Thesis, Ohio State University, USA.
- Barton, A., Tan, E., & Rivet, A. (2008). Creating hybrid spaces for engaging school science: How urban girls position themselves with authority by merging their social worlds with the world of school science. *American Educational Research Journal*, 45, 68-1
- Black, A. E., et Deci, E. L. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. *Science Education*, 84, 740 – 756.
- Blatchford, P., Baines, E., Rubie-Davis, C., Bassett, P. et Chowne, A. (2006). The effect of a new approach to group work on pupil–pupil and teacher–pupil interactions. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 750–765.
- Boone, W. J., Townsend, J. et S., Staver, J. (2011). Using Rasch theory to guide the practice of survey development and survey data analysis in science education and to inform science reform efforts: An exemplar utilizing STEBI self-efficacy data. *Science Education*, 95(2), 258-290.
- Bordt, M., DeBroucker, P., Read, C., Harris, S., & Zhang, Y. (2001). Determinants of science and technology skills: Overview of the study. *Education Quarterly Review, Statistics Canada* 1: 8-11.
- Bradburn, N. M., Sudman, S. et B. Wansink. (2004). Asking questions: the definitive guide to questionnaire design : for market research, political polls, and social and health questionnaires. John Wiley & Sons, 2004-04-30 - 426 pages.
- Brophy, J. (1998). *Motivating students to learn*. Madison, WI: McGraw Hill.
- Brush, L.R. (1979). Avoidance of sciences and stereotypes of scientists. *Journal of research in science teaching*, 16(3):237-241.
- Bryan, R.R.; Glynn, S.M.; Kittleson, J.M. (2011). Motivation, Achievement, and Advanced Placement Intent of High School Students Learning Science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065.
- Bulunuz, M. et Jarret, O. (2010). Developing an interest in science: Background experience of preservice elementary teachers. *International Journal of Environmental et Science Education*, 5(1), 65–84.
- Cassady, J.C., et Johnson, R.E. (2002) Cognitive test anxiety and academic performance. *Contemp Educ Psychol* 27:270–295.
- Catsambis, S. (1995). Gender, race, ethnicity, and science education in the middle grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 243–257.
- Christidou, V. (2011). Interest, attitudes and images related to science: Combining students' voices with voices of school, science teachers and popular science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(2), 141–159.
- Correll, S.J. (2001) Gender and the career choice process: the role of biases self-assessments. *Am J Sociol* 6:1697–1730.
- Costa, V.B. (1995). When Science Is “Another World”: Relationships between Worlds of Family, Friends, School, and Science. *Science Education* 79(3): 313-333.
- Crawley, F. E. et C.B. Black (1992). Causal modelling of secondary science students intentions to enroll in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 585–599.
- Csikszentmihalyi, M. et Hermanson, K. (1995). Intrinsic motivation in museums: Why does one want to learn? [In] H. Falk et L. D. Dierking, *Public Institutions for Personal Learning: Establishing a Research Agenda* (pp. 67-77). Washington: American Association of Museums.
- CST, Conseil de la science et de la technologie (2004). *La culture scientifique et technique au Québec: une interface entre les sciences, la technologie et la société. Rapport de conjoncture 2004*. Québec: Conseil de la science et de la technologie.
- Dalgety, J. et Coll, R.K. (2006). The influence of first-year chemistry students' learning experiences on their educational choices. *Assessment et Evaluation in Higher Education*, 31, 303–328.
- Davis, F. et A. Steiger. (1996). *Gender and Persistence in the Sciences. (Rapport)*, Québec: Ministère de l'Enseignement Supérieur, Gouvernement du Québec.
- Deci, E. L., et Ryan, R. M. (2000). Distance learning requires more/different motivation, *Contemporary Education psychology* : 25.

- Dekkers, J., & DeLaeter, J. (2001). Enrolments trends in school science education in Australia. *International Journal of Science Education* 23: 487-500.
- DeVellis, R. F. (2003). *Scale development: Theory and applications*, Second ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Eccles, J. S., Simpkins, S. D. et Davis-Kean, P. E. (2006). Math and science motivation: A longitudinal examination of the links between choices and beliefs. *Developmental Psychology*, 42, 70 – 83.
- Elliot, A. J., McGregor, H. A., et Gable, S. (1999). Achievement goals, study strategies, and exam performance: A mediational analysis. *Journal of Educational Psychology*, 91, 549–563.
- Embretson, S. E. et S. Reise (2000). *Item response theory for psychologists*. Mahwah, NJ: Erlbaum Publishers.
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95, 168 - 185.
- Foisy, M. & Y. Gingras (2003). " La désaffection des jeunes pour les sciences : réalité ou fiction ? " in B. Schiele et R. Jantzen (dir.), *Les territoires de la culture scientifique* (143-194). Montréal/Lyon : Presses de l'Université de Montréal et Presses de l'Université de Lyon.
- Forbes, A et G. McCloughan (2010). Increasing student participation in science investigations in primary schools: The MyScience initiative. *Teaching Science*, 56(2), 24-30.
- Francis, L., et Greer, J. (1999). Measuring attitudes towards science among secondary school students: The affective domain. *Journal of Research in Science Teaching* 35: 877– 896.
- Fredricks, J., Alfeld, C. et Eccles, J. (2010). Developing and fostering passion in academic and nonacademic domains. *Gifted Child Quarterly*, 54(1), 18–30.
- Garcia, T. et P.R. Pintrich. (1995). The role of possible selves in adolescents' perceived competence and self-regulation. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA, April.
- Gardner, P. (1975). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education* 2: 1–41.
- Garnier, C., L. Marinacci, S. Vincent, D. Gauthier, M. St-Jean, J. Patenaude, M. Quesnel, V.Hall-Gnom, C.Bonenfant & H. Séguin-Noël (2004). *Système de représentations sociales et de pratiques éducatives en science et technologie au secondaire. Rapport de recherche*. GEIRSO, Université de Montréal.
- George, R. et Kaplan, D. (1997). A structural model of parent and teacher influences on science attitudes of eighth graders: Evidence from NELS: 88. *Science Education*, 82, 93–109.
- Glynn, S. M., et T.R. Koballa (2006). Motivation to learn in college science (p. 25-32). In J. J.Mintzes et W. H. Leonard (Eds.), *Handbook of college science teaching*. Arlington, VA: National Science Teacher Association Press.
- Goodrum, D. et Rennie, L. (2007). *Australian School Science Education National Action Plan 2008-2012, Volume 1 The National Action Plan*. Canberra: Commonwealth of Australia.
- Goto, M. (2001). 'Japan,' in International Bureau for Education, *Science Education for Contemporary Society: Problems, Issues and Dilemmas*, Geneva, IBE, Unesco, pp. 31-38.
- Graber, W. (1993). Pupils' interest in chemistry and chemistry lessons. In *Proceedings of the International Conference Science Education in Developing Countries: From Theory to Practice*, Jerusalem, Israel, p. 201.
- Gwilliam, L.R. et N.E. Betz. (2001). Validity of measures of math- and science-related self-efficacy for African Americans and European Americans. *Journal of Career Assessment*, 9, 261–281.
- Harackiewicz, J. Durik, A, Barron, K., Linnenbrink-Garcia, L. et Tauer, J. (2007). The role of achievement goals in the development of interest: Reciprocal relations between achievement goals, interest, and performance, *Journal of Educational Psychology*, 100 (1), 105–122
- Harackiewicz, J. M., K.E Barron, J.M. Tauer, S.M. Carter & A.J. Elliot. (2000). Short-term and long-term consequences of achievement: Predicting continued interest and performance over time. *Journal of Educational Psychology*, 92, 316-330.
- Harmner, A. et Columba, L. (2010). Engaging middle school students in nanoscale science, nanotechnology, and electron microscopy. *Journal of Nano Education*, 2(1), 91–101.
- Havard, N. (1996). Student attitudes to studying A-level sciences. *Public Understanding of Science* 5(4), 321–330.
- Hendley, D., S. Stables et A. Stables (1996). Pupils' subject preferences at Key Stage 3 in South Wales. *Educational Studies*, 22, 177–187.

- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(3), 549–571.
- Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable. *Educational Research Review*, 1(2), 69–82.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127.
- Howe, A. et Jones, L. (1998). *Engaging children in science* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Huang, M. (2006). Flow, enduring, and situational involvement in the Web environment: A tripartite second-order examination. *Psychology and Marketing*, 23(5), 383–411.
- Janosz, M. (2000). « L'abandon scolaire chez les adolescents : perspective nord-américaine. » *Enjeux*, 122, 105–127.
- Jones, G., Howe, A., and Rua, M. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes towards science and scientists. *Science Education* 84: 180–192.
- Jones, M. et Eick, C. (2007). Implementing inquiry kit curriculum: Obstacles, adaptations, and practical knowledge development in two middle school science teachers. *Science Education*, 91(3), 492–513.
- Kahle, J., and Meece, J. (1994). Research on gender issues in the classroom. In Gabel, D. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Macmillan, New York, pp. 542–557.
- Kahneman, D., et A. Tversky (1984). Choices, values, and frames. *American Psychologist*, 39, 341–350.
- Kelly, G. J. (2011). Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. In C. Linder, L. Ostman, D. A. Roberts, P. Wickman, G. Erikson, & A. McKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 61 - 73). New York: Routledge.
- Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. L. Deci et R. M. Ryan (Eds.), *The handbook of self-determination research* (pp. 405–427). Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Krapp, A. (2007). An educational–psychological conceptualization of interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7(1), 5–21.
- Krapp, A., et Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
- Krapp, A., Hidi, S. et Renninger, K. (1992). *The role of interest and learning and development*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kuyper, H., M.P.C van der Werf et M.J. Lubbers. (2000). Motivation, meta-cognition and self-regulation as predictors of long term educational attainment. *Educational Research and Evaluation*, 6(3), 181–201.
- Lanzilotti, R. et Montinaro, F. (2009). Influence of students' motivation on their experience with e-learning systems: And experimental study. *Universal Access in Human and Computer Interaction*, 56(16), 63–72.
- Larose, S., F. Guay, C. Senécal, M. Harvey, É. Drouin et M-N. Delisle. (2005). *Persévérance scolaire des étudiants de Sciences et Génie (S&G) à l'Université Laval: Le rôle de la culture, motivation et socialisation scientifiques. Rapport FQRSC*. Québec
- Latour, B. (1999). *Pandora's hope: Essays on the reality of science studies*. London: Harvard University Press.
- Le Devoir (2009). « Statistique Canada - Le décrochage scolaire a augmenté au Québec sous les libéraux. » *La Presse canadienne*, 9 février 2009, Éducation. <http://www.ledevoir.com/societe/education/232633/statistique-canada-le-decrochage-scolaire-a-augmente-au-quebec-sous-les-liberaux>
- Lee, O. (1989). *Motivation to learning science in middle school classrooms*. University Microfilms International. Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University, East Lansing.
- Lee, O., et Brophy, J. (1996). Motivational patterns observed in sixth-grade science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(3), 585–610.
- Legendre, E, M. Lenoble et C. Melet. (2006). *Une explication de la désaffection des filières scientifiques universitaires à l'aide de la théorie socio-cognitive de la carrière*. France : Université de Provence.
- Lemke, J. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296–316.

- Lent, R.W., Brown, S.D., et Larkin, K.C. (1984). Relation of self-efficacy expectations to academic achievement and persistence. *Journal of Counseling Psychology*, 31, 356–362.
- Lipstein, R. & K.A. Renninger. (2006). "Putting things into words": 12-15-year-old students' interest for writing. In P. Boscolo & S. Hidi (Eds.), *Motivation and writing: Research and school practice*. New York: Kluwer Academic/Plenum.
- Luzzo, D.A., Hasper, P., Albert, K.A., Bibby, M.A., et Martinelli, E.A., Jr. (1999). Effects of self-efficacy-enhancing interventions on the mathematics/science self-efficacy and career interests, goals, and actions of career undecided college students. *Journal of Counseling Psychology*, 46, 233–243.
- Mallow, J.V. (1994) Gender-related science anxiety: a first binational study. *J Sci Educ Technol* 3(4):227–238
- McClure, P. et A. Rodriguez. (2007). Factors related to advanced course-taking patterns, persistence in science technology engineering and mathematics, and the role of out-of-school time programs: a literature review. SERVE Center at University at North Carolina at Greensboro.
- MELS (2006). Évaluation de l'application du programme de formation de l'école québécoise - Enseignement primaire. Rapport préliminaire de la Table de pilotage du Renouveau pédagogique. Québec : MELS.
- Menis, J. (1983). Attitudes towards chemistry as compared with those towards mathematics among tenth grade pupils (aged 15) in high level secondary schools in Israel. *Research in Science and Technological Education* 1: 185–191.
- Middleton, M., et Midgley, C. (1997). Avoiding the demonstration of lack of ability: An underexplored aspect of goal theory. *Journal of Educational Psychology*, 89, 710–718.
- Myers, R. E. et Fouts, J. T. (1992). A cluster analysis of high school science classroom environments and attitude toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 929–937.
- Napier, J.D., et J.P. Riley. (1985). Relationship between affective determinants and achievement in science for seventeen-year-olds. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(4), 365–383.
- National Science Foundation. (2002). Science and Engineering Indicators 2002, online at <http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind02/c0/c0s1.htm> (accessed March 4, 2004).
- Nosek, B.A., FL. Smyth, N. Sriram, NM. Lindner, TD, A Ayala, Y. Bar-Anan, R. Bergh, H. Cai, K. Gonsalkorale, S. Kesebir, N. Maliszewski, F. Neto, E. Olli, J. Park, K. Schnabel, K. Shiomura, BT. Tulbure, RW. Wiers, M. Somogyi, N. Akrami, B. Ekehammar, M. Vianello, MR. Banaji et AG. Greenwald (2009). National differences in gender–science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement. *PNAS* 106 (26) 10593-10597.
- Oakes, J. (1990). *Multiplying inequalities: The effects of race, social class, and tracking on opportunities to learn mathematics and science*. Santa Monica, CA: The Rand Corporation.
- OCDE (2011). *Regard sur l'éducation. Les indicateurs de l'OCDE*. Paris: OCDE.
- Osborne, J., Simon, S., et Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Oxford University Department of Educational Studies. (1989). *Enquiry into the attitudes of sixth-formers towards choice of science and technology courses in higher education*. Oxford, UK: Department of Educational Studies.
- Palmer, D. (2005). A Motivational View of Constructivist-informed Teaching, *International Journal of Science Education*. 27(15), 1853-1881.
- Patrick, H. et C. Yoon. (2004). Early Adolescents' Motivation During Science Investigation, *The Journal of Educational Research*, 97:6, 319-328.
- Pearson, W. & A. Fechter. (1994). (Eds.), *Who Will Do Science?: Educating the Next Generation*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Peplow, M. (2004). Doing it for the kids. *Nature*, 430, 286-287.
- Pintrich, P.R., R.W. Marx et R.A. Boyle. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167–199.

- Poglia, E et C. Molo. (2007). Le choix des études universitaires: sciences sociales plutôt que sciences exactes et techniques? Enquête auprès des étudiantes et des étudiants débutant(e)s dans les hautes écoles universitaires en Suisse. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 29 (1): 125-150.
- Renninger, K. A. & T. Leckrone. (1991). Continuity in young children's actions: A consideration of interest and temperament. In L. Oppenheimer & J. Valsiner (Eds.), *The origins of action: Interdisciplinary and international perspectives* (pp. 205-238). New York: Springer-Verlag.
- Renninger, K. A. & W. Shumar. (2004). The centrality of culture and community to participant learning at and with the Math Forum. In S. A. Barab, R. Kling, & J. H. Gray (Eds.), *Designing for virtual communities in the service of learning* (pp. 181-209). New York: Cambridge University Press.
- Renninger, K. A. (2009). Interest and identity development in instruction: An inductive model. *Educational Psychologist*, 44(2), 105–118.
- Renninger, K. A., & S. Hidi. (2002). Student interest and achievement: Developmental issues raised by a case study. In A. Wigfield & J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 173-195). New York: Academic.
- Rheinberg, F. et R. Vollmeyer. (1998). Does motivation affect performance via persistence. *Learning and Instruction*, 10(4), 293–309.
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell et N. G. Lederman (Eds.), *International handbook of research on science education* (pp. 729 - 780). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Rosenfield, S., H. Dedic, L. Dickie, E. Rosenfield, M.W. Aulls, R. Koestner, A. Krishtalka, K. Milkman et P. Abrami. (2005). Étude des facteurs aptes à influencer la réussite et la rétention dans les programmes de la science aux cégeps anglophones. Rapport FQRSC. Montréal.
- Ruffell, M., J. Mason et B. Allen. (1998). "Studying attitude to mathematics". *Educational studies in mathematics*, 35, 1-18.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.
- Sadoski, M. (2001). Resolving the effects of concreteness on interest, comprehension, and learning important ideas from text. *Educational Psychology Review*, 13, 263-281.
- Sanfeliz, M. & Stalzer, M. (2003). Science motivation in the multicultural classroom. *The Science Teacher*, 70(3), 64-66
- Schaefer, K.G., Epperson, D.L., et Nauta, M.M. (1997). Women's career development: Can theoretically derived variables predict persistence in engineering majors? *Journal of Counseling Psychology*, 44, 173–183.
- Schiefele, U. (1998). Individual interest and learning, what we know and what we don't know. In L. Hoffman, A. Krapp, K. Renninger et J. Baumert (Eds.), *Interest and learning: Proceedings of the Seon Conference on Interest and Gender* (pp. 91–104). Kiel, Germany: IPN.
- Schoon, I., Ross, A. et Martin, P. (2007). Science related careers: Aspirations and outcomes in two British cohort studies. *Equal Opportunities International*, 26(2), 129–143.
- Schraw, G., et Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23–52.
- Schunk, D. H. (1985). Self-efficacy and school learning. *Psychology in the Schools*, 22, 208-223.
- Schunk, D. H. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist*, 26, 207-231.
- Selim, M., and Shrigley, R. (1983). The group-dynamics approach: A socio-psychological approach for testing the effect of discovery and expository teaching on the science achievement and attitude of young Egyptian students. *Journal of Research in Science Teaching* 20: 213–224.
- Service régional d'admission du Montréal Métropolitain (2012). Rapport annuel, année 2011-2012. SRAM.
- Sjøberg, L. (1983). Interest, achievement and vocational choice. *European Journal of Science Education* 5: 299–307.
- Sjøberg, S. (2000a). Interesting all children in 'science for all.' In: Millar, R., Leach, J., and Osborne, J. (Eds.), *Improving Science Education*, Open University Press, Buckingham, pp. 165–186.
- Sjøberg, S. (2000b). Science and Scientists: The SAS Study, online at <http://folk.uio.no/sveinsj/SASweb.htm> (accessed April 23, 2004).

- Sloboda, J. A. (1990). Musical excellence-How does it develop? In M. Howe (Ed.), *Encouraging the development of exceptional skills and talents* (pp. 165-178). Leicester, UK: British Psychological Society.
- Smetana, J., Campione-Barr, N. et Metzger, A. (2006). Adolescent development in interpersonal and societal contexts. *Annual Review of Psychology*, 57, 255–284.
- Smith, F. M. et Hausafus, C. O. (1998). Relationship of family support and ethnic minority students' achievement in science and mathematics. *Science Education*, 82, 111–125.
- Smithers, A., & P. Robinson. (1988). *The Growth of Mixed A Levels*, Department of Education, University of Manchester.
- Tai, R. H., Liu, C. Q., Maltese, A. V. et Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science*, 312(5777), 1143–1144.
- Tracey, T. J. G. (2002). Development of interests and competency beliefs: A 1-year longitudinal study of fifth- to eighth-grade students using the ICA-R and structural equation modeling. *Journal of counseling psychology*, 49(2), 148–163.
- Trumper, R. (2006). Factors affecting Junior High school students' interest in physics. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 47-58
- Tuan, Chin et Sheh (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, Vol 27(6), 634-659.
- Udo, KM, Ramsey PG, Reynolds-Alpert S,F et Mallow VJ. (2001). Does physics teaching affect gender-based science anxiety. *J Sci Educ Technol* 10(3):237–247.
- Uitto, A.; Juuti, K.; Lavonen, J.; Meisalo, V. (2006). Students' interest in biology and their out-of-school experiences. *Journal of Biological Education*, 40(3), 124-129.
- Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Briere, N. M., Senecal, C., & Vallieres, E. F. (1992). The Academic Motivation Scale: A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education. *Educational and psychological measurement*, 52(4), 1003-1017.
- Wade, S. E. (2001). Research on importance and interest: Implications for curriculum development and future research. *Educational Psychology Review*, 13, 243–261.
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching* 32: 387–398.
- Weinstein, C. et Mayer, R. (1986). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 315–327). New York: Macmillan.
- Wilson, D.S. (2005). *Evolution for Everyone: How to Increase Acceptance of, Interest in, and Knowledge about Evolution*. December 13, 2005.
- Wolters, C.A. (1999). The relation between high school students' motivational regulation and their use of learning strategies, effort, and classroom performance. *Learning and Individual Differences*, 11(3), 281–300.
- Yager, R. E. et Penick, J. E. (1986). Perceptions of four age groups toward science classes, teachers, and the value of science. *Science Education*, 70, 355–363.
- Zacharia, Z. & A. Barton. (2004). Urban middle-school students' attitudes toward a defined science. *Science Education*, 88, 197-222.
- Zwick, M. M. et O. Renn. (2000). *Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer*. Stuttgart: TA-Akademie