

**Modèle de l'impact différentiel du style cognitif des hommes et des femmes sur la réussite
et la persévérance dans les programmes de STIM**

par

Helena Dedic, Collège Vanier et Centre de recherche sur l'apprentissage et la performance de
l'Université Concordia

Steven Rosenfield, Collège Vanier et Centre de recherche sur l'apprentissage et la performance
de l'Université Concordia

Tomas Jungert, Université de Linköping

La recherche mentionnée dans la présente étude a été effectuée grâce à une subvention du PAREA (PA2007-019) et du FQRSC (2004-RS-87802, 2010-SE-130748).

Résumé de l'étude

Il y a un décalage entre hommes et femmes et un déclin des inscriptions aux programmes de STIM (science/technologie/ingénierie/mathématiques) dans la plupart des pays occidentaux. Pour mieux comprendre ce phénomène, nous nous sommes penchés sur les relations entre le style cognitif, l'anxiété d'apprendre, la motivation intrinsèque et la connaissance de ses propres capacités et la réussite et la persévérance dans les programmes de mathématiques et de sciences. La recherche démontre que la systémisation est l'un des deux principaux styles cognitifs que les gens utilisent dans leur raisonnement. La systémisation se définit comme étant l'aspiration profonde à analyser les systèmes. Des étudiantes et étudiants québécois et suédois (980) ont pris part à cette étude. À l'aide du programme EQS, nous avons utilisé la modélisation par équations structurelles pour éprouver le modèle hypothétique. Notre modèle démontre que les étudiantes et étudiants qui ont un bas niveau de réussite en systémisation – majoritairement des femmes - sont plus enclins à une anxiété plus élevée et une motivation intrinsèque moins élevée et, par le fait même, à une persévérance moins élevée que leurs camarades dont le niveau de systémisation est plus élevé. Pour renverser le décalage entre hommes et femmes et le déclin général des inscriptions aux programmes de STIM, il faudra une pédagogie de l'apprentissage des sciences expressément conçue pour aider les étudiantes et étudiants qui ont un bas niveau de systémisation.

Introduction

Force nous est de reconnaître que l'inscription aux programmes de STIM est en déclin en Amérique du Nord et en Europe (OCDE, 2006), ce qui donne lieu à une sérieuse problématique. Barack Obama a souligné qu'il faut absolument que nous arrivions à former un plus grand nombre de scientifiques et d'ingénieurs – la prochaine génération d'innovateurs – pour relever l'économie des États-Unis d'ici la fin du siècle. Qui plus est, il y a toujours eu ce décalage entre hommes et femmes dans la poursuite d'études en STIM (e.g., NSF, 2004), en dépit du fait que l'on retrouve un plus grand nombre de femmes que d'hommes dans les universités du monde occidental. Or, tout porte à croire que le décalage entre hommes et femmes dans la réussite en mathématiques et en sciences aurait été éliminé, voire même renversé (Xiu & Shauman, 2003; Rosenfield, Dedic, Dickie, Rosenfield, Aulls, Koestner, Krishtalka, Milkman & Abrami, 2005). Quoi qu'il en soit, l'étude du rôle que jouent les hommes et les femmes dans leur choix d'études en STIM, et ultimement dans leur choix de carrière, demande réflexion pour deux raisons : « l'inégalité persistante entre les hommes et les femmes dans le monde du travail »; la préoccupation des États-Unis face à l'offre du travail scientifique » (Xiu and Shauman, 2003).

Les études sur les causes, et les pistes éventuelles de solution, relatives au déclin des inscriptions en STIM, ont été menées sur plusieurs fronts depuis de nombreuses années. Le design pédagogique commun à la plupart des groupes inscrits aux programmes de STIM a été perçu comme étant la problématique (e.g., Tobias, 1990; Seymour & Hewitt, 1997). En dépit des efforts déployés dans le cadre de la réforme de l'enseignement, le déclin a poursuivi sa descente. La motivation ou le manque de motivation pour les programmes de STIM ont aussi fait l'objet de plusieurs études (e.g., Larose, Ratelle, Guay, Sénécal & Harvey, 2006; Black & Deci, 2000). Certaines études indiquent que le choix de ne pas s'inscrire aux programmes de sciences ou de ne pas choisir une carrière scientifique pourrait découler d'une pression sociale, e.g., les sciences étant stéréotypées comme appartenant à la gente masculine (Delisle, Guay, Sénécal &

Larose, sous presse). Lawrence H. Summers, Ph. D, le directeur actuel du Conseil économique national s'est penché sur le décalage entre hommes et femmes, déclarant qu'un nombre insuffisant de femmes se retrouvait dans le 0,01 % supérieur d'aptitude à pouvoir poursuivre une carrière scientifique du plus haut niveau, une remarque qui a mené à son départ de Harvard. Alors que de nombreuses études démontrent un décalage entre l'aptitude des hommes et celle des femmes (e.g., Benbow, Lubinski, Shea & Eftekhari-Sanjani, 2000), tant par le biais de tests standardisés que par la réussite scolaire, d'autres ne relèvent aucun décalage et même un renversement du décalage relatif à la réussite (e.g., Catsambis, 2005). Ces résultats contradictoires ne permettent pas d'expliquer clairement le décalage entre hommes et femmes fondé sur l'aptitude. Billington, Baron-Cohen et Wheelwright (2007) ont constaté que les étudiantes et étudiants en STIM ont de meilleurs résultats scolaires que leurs camarades en sciences sociales au moyen d'une évaluation du style cognitif de la systémisation, du quotient de systémisation (Baron-Cohen, Richler, Bisarya, Gurunathan & Wheelwright, 2003), offrant une explication possible novatrice du décalage persistant entre hommes et femmes inscrits aux programmes de STIM. Notre but était d'aller plus loin, de déterminer si, et le cas échéant comment, le style cognitif a un impact sur les différences entre les hommes et les femmes relatives à la réussite et à la persévérance dans les programmes de STIM.

Le cadre théorique

La présente étude repose sur la théorie de la pensée avancée par Baron-Cohen (2002). Les fonctions du cerveau humain ont évolué à un rythme tel que ce dernier peut soutenir l'adaptation des espèces à notre environnement. Les humains ont besoin de s'adapter à un environnement inanimé et c'est ainsi que nous avons développé une aptitude cognitive que Baron-Cohen appelle la systémisation. La systémisation c'est cet effort spécial à comprendre les lois et les règles qui gouvernent les comportements des systèmes inanimés. C'est un engouement pour l'analyse et la création de modèles structurés de ces systèmes. Toutefois, pour survivre, nos espèces ont aussi besoin de s'adapter aux changements du milieu social et, par conséquent, ont développé une aptitude que Baron-Cohen appelle l'empathie. L'empathie c'est l'effort de comprendre les gens, tant sur le plan intellectuel qu'émotionnel, d'imaginer ce qu'une personne pourrait penser ou comment elle se sentirait dans une situation semblable, ce qui nous permet de prédire les comportements des gens et réagir correctement aux stimuli sociaux. Cette notion s'apparente aux sous-niveaux de l'intelligence émotionnelle-sociale (Bar-On, 2006). La récente recherche suggère que l'empathie et la systémisation sont deux styles cognitifs que les gens utilisent quotidiennement dans leur raisonnement (Baron-Cohen *et al*, 2003). De surcroît, les hommes ont généralement une aptitude plus poussée à la systémisation, tandis que chez les femmes c'est l'empathie qui domine (Baron-Cohen *et al*, 2003). Étant donné que comprendre et prévoir des modèles de comportement des objets physiques est un outil important dans le monde des sciences, il n'est pas surprenant que Billington *et al*, (2007) constatent que la majorité des étudiantes et étudiants qui optent pour les sciences physiques ont plus de facilité à la systémisation qu'à l'empathie. La variable logique à considérer, par conséquent, lors d'une étude sur les différences entre les hommes et les femmes relatives à la persévérance ou à la réussite, est la systémisation.

Il est important de noter que la systémisation n'est pas une mesure de l'aptitude cognitive (intelligence) mais plutôt une mesure de l'interaction des gens avec le monde. Nous avons sans doute toutes et tous observé des gens qui ont un haut degré de systémisation, tout en ayant une panoplie d'aptitudes cognitives. Nous remarquons que les scientifiques cognitifs ont toujours démontré qu'il y a des divergences entre les hommes et les femmes au niveau des aptitudes cognitives (Kimura, 1999). Entre autres, Kimura (2002) a démontré que les hommes surpassent les femmes dans le raisonnement spatial abstrait, surtout pour les tâches de rotation mentale. Ces aptitudes contribuent considérablement à la réussite dans les cours de mathématiques et de sciences à un niveau supérieur. D'autre part, les femmes surpassent les hommes dans les tâches de calcul, ce qui pourrait expliquer pourquoi les femmes au primaire et au premier cycle du secondaire surpassent leurs camarades masculins en mathématiques. À noter que l'aptitude cognitive est une variable qui n'a pas été évaluée dans les récentes études sur la réussite et la persévérance dans les programmes de STIM. Les tests du QI ont suscité beaucoup de controverse jusqu'à l'évidence d'un profilage culturel et racial dans ces tests (Eysenck, 1971; Mensh & Mensh, 1991), de sorte que les chercheurs en éducation semblent éviter toute recherche sur les relations entre l'intelligence et la réussite. Toutefois, John Raven (1936) a élaboré un test pour traiter des questions de profilage, intitulé le *Raven's Advanced Progressive Matrices*, qui est une évaluation indépendante du point de vue culturel ou racial du raisonnement abstrait. Compte tenu de la nature des questions sur le test, portant essentiellement sur la recherche de modèles, les matrices de Raven sont utiles pour mesurer une aptitude particulièrement importante en mathématiques et en sciences. On a démontré que les résultats de ce test ont une corrélation positive avec les indicateurs de réussite en mathématiques et dans l'étude des langues (e.g., Morrow, 1979). Étant donné qu'il y a une corrélation entre les adeptes de la systémisation qui optent pour des programmes de STIM et l'aptitude cognitive, telle que mesurée par des tests comme les matrices de Raven, et la réussite en mathématiques, il est important d'étudier tout lien possible entre les résultats sur la systémisation et les résultats sur les aptitudes cognitives.

L'aptitude cognitive n'est pas la seule variable qui corresponde positivement à la réussite. Cette réussite des étudiantes et étudiants découle également, et fortement, de la motivation, des techniques d'étude, des objectifs, de la croyance en la connaissance de ses propres capacités, etc. Par conséquent, toute étude sur l'impact que les divergences entre les hommes et les femmes relatives à la systémisation auront sur la réussite scolaire et la persévérance doit tenir compte de telles variables.

Pour explorer l'impact des variables motivationnelles, nous avons adopté la doctrine de la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2000) et de la théorie cognitive sociale de Bandura (1997). Si l'on se demande si la systémisation aura un impact sur la réussite scolaire et la persévérance en mathématiques et en sciences (chimie et physique), alors ces théories suggèrent que l'impact sera facilité par ces autres variables, telles que la motivation intrinsèque et la reconnaissance de ses propres capacités. Entre autres, si les gens hautement systémiques sont des sujets doués, c'est sans doute parce qu'ils sont intrinsèquement très motivés. La motivation intrinsèque signifie un engagement à apprendre par intérêt personnel et pour le plaisir de le faire (Ryan & Deci, 2000). L'efficacité personnelle peut aussi mitiger l'impact de la systémisation de la réussite puisqu'il s'agit de l'efficacité personnelle de l'étudiante ou de l'étudiant à atteindre des objectifs scolaires et des résultats précis (Bandura, 1997). On a démontré que l'efficacité personnelle à maîtriser des projets scolaires peut prédire la réussite scolaire (Pajares, 1996).

Hafner (2008) a démontré que l'efficacité personnelle est la variable clé médiatisant entre l'anxiété des mathématiques et la réussite. En outre, les émotions en milieu scolaire ont été liées à la réussite en sciences (Goetz, Preckel, Pekrun & Hall, 2006). On a constaté une corrélation négative entre l'anxiété et la motivation intrinsèque de l'étudiante ou de l'étudiant et la réussite (Pekrun, Goetz, Titz & Perry, 2002). Il arrive donc que les étudiantes et les étudiants peu systémiques soient sujets à beaucoup d'anxiété durant leurs études, ce qui peut induire une mauvaise réussite, jusqu'à l'abandon des programmes de STIM. Le but de cette étude est donc de définir un modèle démontrant le lien entre la systémisation et la réussite et la persévérance, par le biais de variables de médiation, l'efficacité personnelle, la motivation intrinsèque et l'anxiété d'apprendre. Nous avançons donc l'hypothèse que la systémisation a un impact positif.

L'illustration 1 ci-après est un modèle hypothétique éprouvé dans la présente étude.

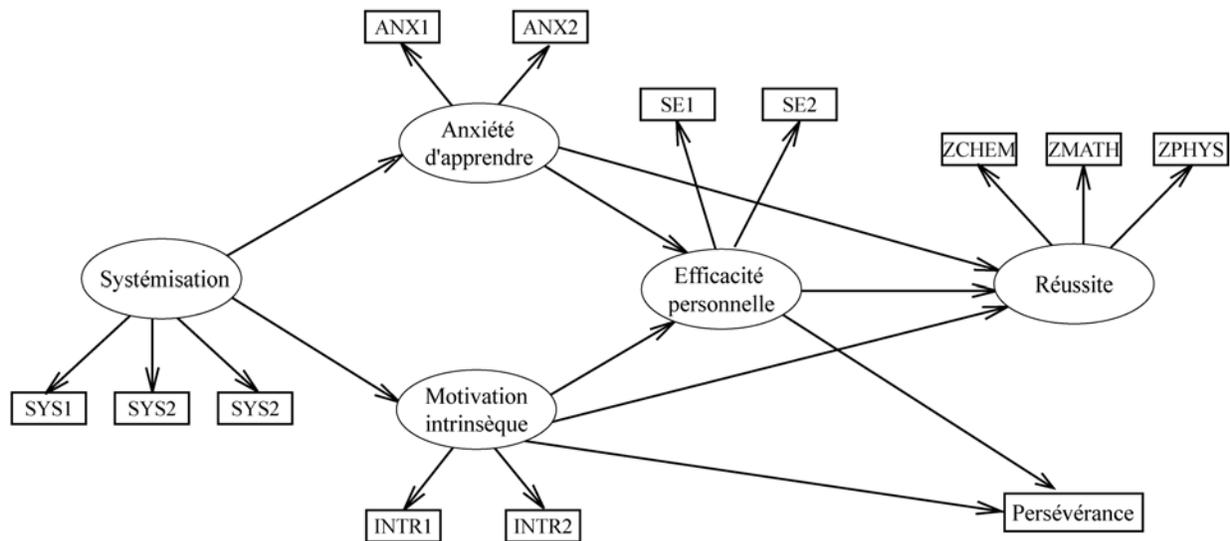


Illustration 1

La méthodologie

Une cohorte d'étudiantes et d'étudiants suédois et québécois, âgés de 18 ans, se dirigeant vers des études en STIM, était composée de 980 personnes (25,2 % de suédoises; 29,2 % de suédois; 21,8 % de québécoises; 23,8 % de québécois). Le groupe suédois terminait son secondaire. Le groupe québécois était dans la première année d'un programme de sciences de deux ans au collégial. Des sondages, menés tard dans l'année scolaire, ont évalué ce qui suit : systémisation – échelle de 9 questions adaptée à partir du quotient de systémisation (Baron-Cohen *et al*, 2003); efficacité personnelle – échelle de 6 questions adaptée à partir du MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Pintrich *et al*, 1991); motivation intrinsèque – échelle de 4 questions adaptée à partir de la AMS (Academic Motivation Scale) (Vallerand *et al*, 1992); anxiété d'apprendre – échelle de 4 questions adaptée à partir du AEQ (Academic Emotions Questionnaire) (Pekrun *et al*, 2002). À noter que la systémisation se mesure au moyen de questions ayant trait aux activités de tous les jours (*ex. : Je suis fasciné par le fonctionnement des machines*). Réponses : 1. Totalemment en désaccord 2. En désaccord 3. D'accord 4. Totalemment d'accord) et non pas aux études relatives aux programmes de STIM.

Une seule question dans ces sondages portait sur la persévérance où l'on évaluait l'éventualité (très improbable – improbable – probable – fort probable) d'opter pour un programme universitaire de sciences, de technologie, d'ingénierie ou de mathématiques. Les données sur la réussite ont été obtenues à partir des dossiers scolaires des institutions participantes. Pour éviter les divergences entre les systèmes de notation des écoles suédoises et des cégeps québécois, nous avons converti les données sur la réussite à une note Z, en partant du principe que la réussite moyenne était la même de part et d'autre.

Un test d'aptitude en sciences de 10 questions (<http://www.psychtests.com>) qui correspond largement (Jerabek, 2009) aux matrices de Raven a été utilisé pour évaluer l'aptitude cognitive. Il a été distribué un an après le sondage à 105 bénévoles choisis parmi les collégiens et collégiennes.

La modélisation par équations structurelles (SEM) (Byrne, 2006) a été utilisée pour éprouver le modèle hypothétique utilisé pour établir le lien entre la systémisation et la réussite et la persévérance en sciences et pour évaluer les différences entre les hommes et les femmes et les divergences culturelles. (La présente étude ne traite que des différences entre les hommes et les femmes. Les divergences culturelles feront l'objet d'une étude à venir.) Avant de les analyser, les données ont été testées pour dépister toute déviation multivariée à l'aide de la distance de Mahalanobis (Tabachnik and Fidell, 2000). Trente-deux cas ont été supprimés de l'analyse parce qu'on y a noté une distance de Mahalanobis ou un coefficient d'aplatissement trop élevée (Bentler, 1995).

Les résultats

Le tableau 1 ci-après indique les différences significatives entre les moyennes des femmes et des hommes en matière de systémisation variable indépendante et une prépondérance des hommes sur les femmes. Bien que les différences de motivation intrinsèque entre les hommes et les femmes soient minimales, les femmes ont un niveau d'anxiété supérieur à celui des hommes. Les hommes avaient plus confiance de leurs propres capacités dans science que les femmes. Bien qu'il n'y ait aucune différence entre les hommes et les femmes au niveau de la réussite variable dépendante, les hommes ont démontré une persistance beaucoup plus élevée que les femmes.

Statistiques descriptives et résultats de l'ANOVA				
	Femmes (457)	Hommes (515)	F(1, 971)	Sig.
Variable	Moyenne (DS)	Moyenne (DS)		
Systémisation	2,864 (0,400)	3,178 (0,441)	134,344	< 0,001
Anxiété d'apprendre	2,258 (0,755)	1,817 (0,669)	93,209	< 0,001
Motivation intrinsèque	2,912 (0,746)	2,927 (0,794)	0,030	0,860
Efficacité personnelle	2,889 (0,636)	3,053 (0,653)	15,631	< 0,001
Persévérance	2,930 (0,722)	3,284 (0,689)	60,964	< 0,001
Réussite	0,035 (0,810)	0,065 (0,846)	0,330	0,570

Tableau 1

Non seulement les moyennes de systémisation étaient différentes entre les hommes et les femmes, les distributions étaient diamétralement opposées. Pour mesurer les différences entre les hommes et les femmes dans la distribution de la systémisation, nous avons établi les barèmes suivants : pointage faible, moyen ($\pm 1/2$ DS de la moyenne) et élevé, et tabulation transversale c. homme/femme. Nous avons calculé le chi-carré de Pearson (2×972) = 114,752, Sig. (2 côtés) < 0.001, qui indique la signification des différences entre les hommes et les femmes dans les distributions de la systémisation, avec les données consignées ci-après au tableau 2.

Tabulation transversale de systémisation catégorisée selon le sexe				
Systémisation		Femme	Homme	Total
Faible	Calcul	204	105	309
	% à l'intérieur de faible	66,0%	34,0%	100,0%
	% selon le sexe	44,6%	20,4%	31,8%
	% du total	21,0%	10,8%	31,8%
Moyenne	Calcul	187	186	373
	% à l'intérieur de la moyenne	50,1 %	49,9 %	100,0 %
	% selon le sexe	40,9 %	36,1 %	38,4 %
	% du total	19,2 %	19,1 %	38,4 %
Élevée	Calcul	66	224	290
	% à l'intérieur d'élevé	22,8 %	77,2 %	100,0 %
	% selon le sexe	14,4 %	43,5 %	29,8 %
	% du total	6,8 %	23,0 %	29,8 %
Total	Calcul	457	515	972
	% à l'intérieur de la systémisation	47,0 %	53,0 %	100,0 %
	% selon le sexe	100,0 %	100,0 %	100,0 %
	% du total	47,0 %	53,0 %	100,0 %

Tableau 2

Les résultats d'une ANOVA, consignés ci-après au tableau 3 n'indiquent aucunes différences significatives entre les hommes et les femmes pour ce qui est des aptitudes cognitives. Qui plus est, tel que prévu, il n'y a aucune corrélation entre la systémisation (style cognitif) et l'aptitude

cognitive. De surcroît, tel que le démontre Morrow (1979), l'aptitude cognitive est en étroite corrélation avec la réussite ($r = .278^{**}$).

ANOVA de l'aptitude pour les sciences selon le sexe

Sexe	N ^{bre}	Moyenne (DS)	F (1 103)	Sig.
Femme	50	5,620 (1,369)	3,61	0,06
Homme	55	6,180 (1,634)		
Total	105	5,910 (1,532)		

Tableau 3

La modélisation par équations structurelles a confirmé le modèle hypothétique. Les coefficients Mardia de kurtosis multivariés étaient relativement élevés dans les deux groupes et l'on a alors utilisé la méthode d'analyse robuste. Le résultat¹ indique un bon ajustement (CFI = 0,956, RMSEA = 0,059 (0,052, 0,067), l'indice Satorra-Bentler scaled $\chi^2/df = 325/122 = 2,66$). Les tests de LM et Wald ont pas indiqué que une des contraintes devaient être débloquées pour améliorer l'ajustement. Des contraintes sur l'égalité des coefficients de cheminement ont été imposées et le test LM n'a indiqué aucune différence significative entre les coefficients de cheminement entre les hommes et les femmes.

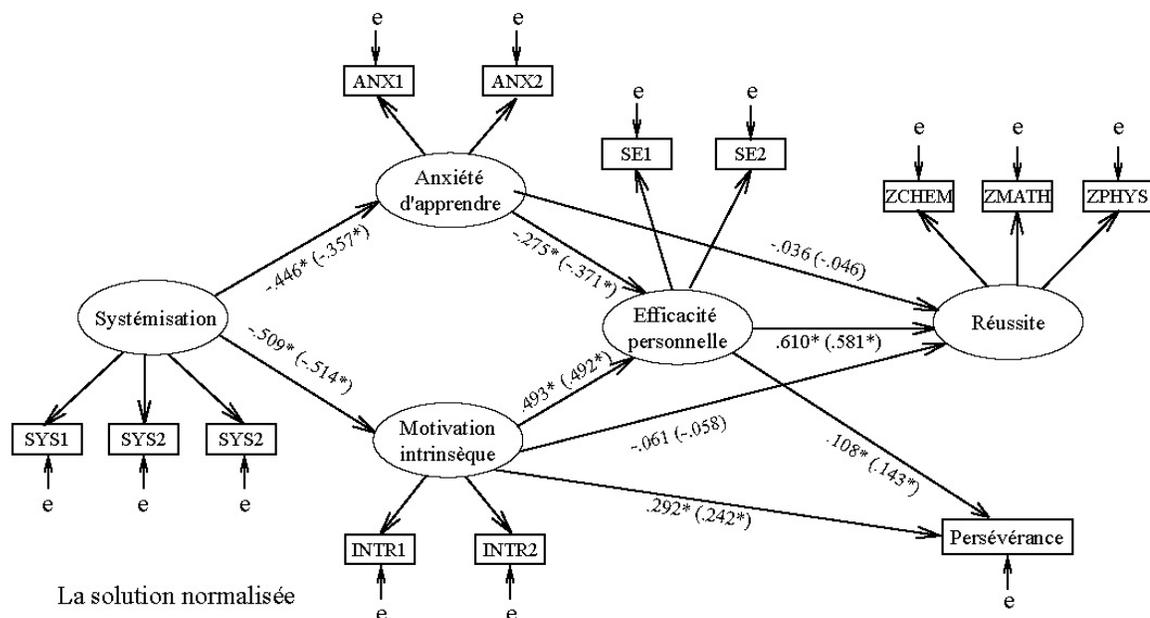


Illustration 2

¹ Selon Byrne (2006), le coefficient CFI doit être plus grand que .950; RMSEA doit être moins grand que .050; Satorra-Bentler scaled χ^2/df doit être moins grand que 3.0.

Discussion

La présente étude a permis de mettre en lumière les différences significatives entre les hommes et les femmes dans les moyennes de la systémisation, de l'anxiété à apprendre, de la connaissance de ses propres capacités et de la persévérance. Toutefois, les différences dans les moyennes de l'efficacité personnelle, bien que statistiquement significatives, sont relativement minimales, soit moins d'un tiers de l'écart-type pondéré. Ces différences, où les hommes se démarquent par une propension plus élevée à l'efficacité personnelle, comparativement à leurs homologues féminines, sont largement documentées (*e.g.*, Dedic, Rosenfield, Simon, Ivanov & Rosenfield, 2009).

Le modèle élaboré dans la présente étude ne révèle aucune différence de liens entre les variables, ce qui corrobore les résultats d'un certain nombre d'études qui ont démontré des différences entre les hommes et les femmes dans les moyennes des variables, mais aucune différence dans les liens (*e.g.*, Simpkins, Davis-Kean & Eccles, 2006). Cependant, les hommes surpassent les femmes dans la systémisation, ce qui correspond aux constatations de Baron-Cohen *et al.*, (2003). Le tableau 2 illustre les différences entre les hommes et les femmes dans la distribution de la systémisation : les deux distributions sont diamétralement opposées, indiquant que les femmes sont de beaucoup moins systémiques que les hommes qui ont un haut degré de systémisation. Le fait d'être moins systémique influe sans doute sur le choix des jeunes filles des activités en dehors du milieu scolaire n'ayant aucun rapport avec les mathématiques ou les sciences. Comme Simpkins *et al.*, (2006) le démontre, ces expériences de la petite enfance influent sur le choix de programmes scolaires par la suite. Sans doute que les gens très systémiques intègrent ce style cognitif à la fois en milieu scolaire et dans leurs loisirs, tandis que les personnes moins systémiques fuient de telles activités, tant en milieu scolaire qu'à domicile, ce qui les aide à reconnaître les modèles. Donc, les étudiantes et étudiants moins systémiques en mathématiques et en sciences auront sans doute une lourde charge cognitive (Sweller, 2006) et, par conséquent, une plus grande anxiété d'apprendre. De plus, les gens très systémiques s'amuseront davantage avec les objets inanimés et prendront plaisir avec le fonctionnement des systèmes durant leur petite enfance. En grandissant, cette habitude a sûrement mené à une motivation intrinsèque élevée pour les programmes de STIM.

Notre modèle corrobore les constatations de Hafner (2008) à l'effet que la croyance des étudiantes et étudiants dans leurs propres capacités est un indicateur clé de réussite scolaire. Qui plus est, le modèle indique que l'anxiété d'apprendre et la motivation intrinsèque influent toutes les deux sur la connaissance de ses propres capacités, ce qui explique grosso modo la variante de 30 % dans ce sens. Ce modèle indique également que la connaissance de ses propres capacités explique la variante de 50 % dans la réussite, or il n'y a aucune différence significative entre les moyennes de réussite des hommes et des femmes.

Toutefois, en dépit des notes de réussite équivalentes, il y a une différence significative entre les hommes et les femmes pour ce qui est de la persévérance. Nous pensons que les femmes compensent leur bas niveau de systémisation avec un haut niveau d'aptitude à l'apprentissage. Par contre, l'effort supplémentaire et l'anxiété induits durant l'apprentissage ont des effets néfastes sur la persévérance. Des liens étroits entre la systémisation et l'anxiété d'apprendre et la motivation intrinsèque et, par ricochet, entre l'efficacité personnelle et la persévérance, indiquent que les étudiantes et étudiants moins systémiques sont plus susceptibles

d'abandonner leurs études en sciences, en majorité les femmes. Il faut aussi noter que, contrairement à la réussite, la motivation intrinsèque mène non seulement à la persévérance par la connaissance de ses propres capacités, mais le fait de façon directe.

Il faut surtout se rappeler que nous avons démontré que l'aptitude pour les sciences (aptitude cognitive) n'a aucune corrélation avec la systémisation (style cognitif), donc le manque de persévérance n'a rien à voir avec l'aptitude mais plutôt avec le fait d'être confortables et compétents pour les tâches de systémisation inhérentes aux études en sciences. Bien que le style cognitif dans la théorie de la pensée de Baron-Cohen (2002) soit présenté comme une caractéristique, Gredlein et Bjorkhead (2005) ont démontré que des interventions dans les jeux à la petite enfance jouent un rôle de plus en plus important dans la systémisation. Ce qui nous amène à dire que le fait de susciter davantage l'intérêt des étudiantes et étudiants à des carrières scientifiques et, par le fait même, d'éliminer le décalage entre hommes et femmes, peut nécessiter une intervention dans les jeux dès la petite enfance ou, comme le suggère Sweller (2006), l'élaboration de designs pédagogiques qui réduisent la charge cognitive des gens moins systémiques en augmentant, du même coup, l'état de confort et la compétence de chercher des modèles. Les étudiantes et étudiants peu systémiques au niveau collégial devront sans doute consacrer plus de temps à la pratique/l'apprentissage d'une matière donnée pour développer leurs aptitudes et augmenter leur niveau de confort. Qui plus est, on doit rendre les tâches qui leur sont destinées plus intrinsèquement alléchantes pour augmenter leur motivation. Or, plus de la moitié des effectifs enseignants estiment toujours que le plus important pour eux est de couvrir toute la matière, ce qu'ils trouvent plus aisé à effectuer en donnant des cours (Rosenfield *et al*, 2005).

Conclusion

L'importance de la présente étude, d'un point de vue scientifique, comporte trois volets :

1. Une variable, la systémisation, jamais étudiée auparavant qui, comme on l'a démontré, a un impact à la fois sur la réussite et sur la persévérance dans les études en sciences;
2. Le modèle indique comment l'impact de la systémisation est facilité par l'anxiété d'apprendre, la motivation intrinsèque et la connaissance de ses propres capacités;
3. Elle offre une nouvelle perspective sur l'importance de la problématique de ralentir le déclin des inscriptions et de réduire le décalage entre hommes et femmes qui s'inscrivent aux programmes de STIM au Québec et ailleurs.

Les auteurs aimeraient souligner qu'ils sont sincèrement reconnaissants de l'aide fournie lors des discussions avec le chef du Regroupement FQRSC P. Abrami, Ph. D., et l'équipe des subventions et pour la collecte de données et les suggestions fort utiles des autres membres de l'équipe de subvention du PAREA : Ivan Ivanov, Murray Bronet, Eva Rosenfield et Joël Trudeau.

Bibliographie

- Bandura, A. (1997). *The Self-efficacy: The Exercise of Control*. New York Freeman Press.
- Baron-Cohen, S. (2002). The Extreme Brain Theory of Autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 248-254.
- Baron-Cohen, S., Richler, J., Bisarya, D., Gurunathan, N. & Wheelwright, S. (2003). The systemizing quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high-functioning autism, and normal sex differences. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358, 361-374.
- Bar-On, R. (2006). The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI). *Psicothema*, 18, suppl., 13-25.
- Benbow, C. P., Lubinski, D., Shea D. L. & Eftekhari-Sanjani, H. (2000). Sex Differences in Mathematical Reasoning Ability at Age 13: Their Status 20 Years Later. *Psychological Science*, 2, 6, 474-480.
- Bentler, P. M. (1995). *EQS 6 Structural Equations Program Manual*. Multivariate Software, Inc. Encino, CA.
- Black, A. E. & Deci, E. L. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination perspective. *Science Education*, 84, 6, 740-766.
- Billington, J., Baron-Cohen, S. & Wheelwright, S. (2006). Cognitive style predicts entry into physical sciences and humanities: Questionnaire and performance tests of empathy and systemizing. *Learning and Individual Differences*, 17, 260-268.
- Byrne, B. M. (2006). *Structural equation modeling with EQS and EQS/Windows: Basic concepts, application and programming*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Catsambis, S. (2005). The gender gap in mathematics: Merely a step function? In A. M. Gallagher & J. C. Kaufman (Eds.), *Gender differences in mathematics* (pp. 220-245). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Dedic, H., Rosenfield, S., Simon, R., Ivanov, I., & Rosenfield, E. (2006). *A Motivational Model of Post-Secondary Science Student: Achievement and Persistence*. A paper submitted to the annual meeting of American Educational Association, Chicago, USA.
- Delisle, M.-N., Guay, F., Senecal, C. & Larose, S. (in press). Predicting Stereotype Endorsement and Academic Motivation in Women in Science Programs: A Longitudinal Model. *Learning and Individual Differences*.
- Eysenck, H. J. (1971). *The IQ Argument. Race, Intelligence and Education*. The Library Press, New York, N.Y.
- Goetz, T., Preckel, F., Pekrun, R. & Hall, N. C. (2007). Emotional experiences during test taking: Does cognitive ability make a difference? *Learning and Individual Differences*, 17, 1, 3-16.
- Gredlein, J. M. & Bjorkhead, D. F. (2005). Sex Differences in Young Children Use of Tools in a Problem-Solving Task: The Role of Object Oriented Play. *Human Nature - Biosocial Perspective*, 16, 211-232.
- Hafner, E. W. (2008). *The relationship between math anxiety, math self-efficacy, and achievement among a sample of eighth grade students*. Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences. Vol 69(2-A), pp. 503
- Jerabek, I. (2009). Une communication privée.
- Kimura, D. (1999). *Sex and Cognition*. Cambridge, MA: MIT Press
- Kimura, D. (2002). Sex Hormones Influence Human Cognitive Pattern. *Neuroendocrinology Letters Special Issue*, Suppl. 4, 23, 67-77.
- Mensh, E. & Mensh, H. (1991). *IQ Mythology*. Carbondale and Edwardsville, Southern Illinois University Press.
- National Science Foundation: Division of Science Resources Statistics (2004). *Education, Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering*. NSF 04-317, Arlington, VA. Retrieved February 26, 2010 from <http://www.nsf.gov/statistics/wmpd/pdf/nsf04317.pdf>
- OECD (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies*. Policy Report. Global Science Forum: Organisation for Economic Co-operation and Development
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy Beliefs in Academic Settings. *Review of Educational Research*, 66, 543-578.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91-105.
- Pintrich, P. R., Smith D. A. F., Garcia, T. & McKeachie, W. J. (1991). *A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor, MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.

- Ratelle, C. F., Guay, F., Larose, S. & Senecal, C. (2004). Family Correlates of Trajectories of Academic Motivation During: A Semiparametric Group-Based Approach. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 745-754.
- Rosenfield, S., Dedic, H., Dickie, L. O., Rosenfield, E., Aulls, M., Koestner, R., Krishtalka, A., Milkman, K. & Abrami, P. (2005). *Étude des facteurs aptes à influencer la réussite et la rétention dans les programmes de sciences aux cégeps anglophones*. Rapport de recherche, (FQRSC Action Concertée Grant 2003-PRS-89553). Montréal: Collège Vanier.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- Seymour, E. & Hewitt, N. 1997. *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. Boulder, CO: Westview.
- Simpkins, S. D., Davis-Kean, P. E. & Eccles, J. C. (2006). Math and Science Motivation: Longitudinal Examination of the Links between Choices and Beliefs. *Developmental Psychology*, 40, 1, 70-83.
- Sweller, J. (2006). Discussion of 'Emerging Topics in Cognitive Load Research: Using Learner and Information Characteristics in the Design of Powerful Learning Environments. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 353-357.
- Tabachnik, B. G. & Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics*. 4th ed. Boston; London: Allyn and Bacon.
- Tobias, S. (1990). *They're not dumb, they're different: Stalking the second tier. An occasional paper on neglected problems in science education*. Tucson, AR: Research Corporation.
- Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Brière, N. M., Senécal, C. B. & Vallières, E. F. (1992). The Academic Motivation Scale: A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education. *Educational and Psychological Measurement*, 52, 1003-1019.
- Xie, Y. & Shauman, K. A. (2003). *Women in Science: Career Processes and Outcomes*. p.p. 3-4, Cambridge, MA: Harvard University Press.