

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PRÉVALENCE ET ORIGINE DE CERTAINS NEUROMYTHES CHEZ LES
ENSEIGNANTS DU QUÉBEC

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR
JÉRÉMIE BLANCHETTE SARRASIN

SEPTEMBRE 2018

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

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

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est le fruit d'un important travail de recherche. Plusieurs personnes y ont contribué de près ou de loin et je tiens à leur témoigner ma reconnaissance.

D'abord, je tiens à remercier profondément mon directeur de recherche, M. Steve Masson, professeur en neuroéducation au département de didactique de l'UQAM, sans qui ce projet n'aurait pu voir le jour. Il m'a d'abord accordé sa confiance et offert de précieuses opportunités en m'incluant dans de nombreux projets motivants et formateurs. Nos échanges et réflexions au sujet de ce projet ont été riches et m'ont permis de le faire avancer de façon toujours très réfléchi. Sa diligence, sa rigueur, ses conseils judicieux et son soutien ont été d'une valeur inestimable et je lui en suis extrêmement reconnaissante.

J'aimerais également souligner la contribution de M. Martin Riopel, qui a collaboré à la réalisation du projet à différentes étapes. Toujours disponible et fournissant de précieux conseils, il a apporté un regard extérieur riche à ce projet. Je remercie de même les membres du comité d'évaluation, Mme Karine Rondeau et M. Patrice Potvin, qui ont chaleureusement accepté d'évaluer ce projet de maîtrise et qui m'ont fourni des commentaires judicieux et pertinents pour la réflexion et la rédaction de ce mémoire.

Je suis également reconnaissante de la participation des écoles et commissions scolaires qui, en diffusant le questionnaire en ligne, ont permis de rejoindre un grand nombre d'enseignants. Je remercie d'ailleurs l'ensemble des enseignants ayant répondu au questionnaire et qui nous ont fourni de précieuses données.

J'aimerais souligner le soutien particulier de mes collègues et amis étudiants du Laboratoire de recherche en neuroéducation (LRN) et de l'Équipe de recherche en

éducation scientifique et technologique (EREST), qui sont toujours ouverts à discuter et apporter leur aide. Je me considère choyée d'avoir évolué dans une équipe aussi unie, dans laquelle les climats d'entraide et de solidarité sont des plus forts. Je tiens à remercier spécialement ma collègue et amie Lorie-Marlène Brault Foisy, sans qui mon cheminement à la maîtrise aurait été tout autre. Toujours disponible et à l'écoute, elle m'a appuyée de façon exceptionnelle. Son aide et son soutien m'ont été plus que précieux et je lui en suis profondément reconnaissante.

Je désire finalement remercier ma famille et mes amis, qui m'ont écoutée, questionnée et encouragée tout au long de ce parcours. Lyne, Yvon, Émile, Agathe, Marie-Ève, Émilie, Anne et les autres, merci d'avoir été si présents.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
RÉSUMÉ.....	ix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I PROBLÉMATIQUE.....	3
1.1 Qualité de l'éducation.....	3
1.1.1 Importance d'une pratique basée sur la recherche.....	3
1.1.2 Responsabilité professionnelle des enseignants.....	5
1.2 Neuromythes : des croyances indésirables en éducation.....	7
1.2.1 Neuromythes en éducation.....	7
1.2.2 Obstacle à une éducation optimale.....	11
1.2.3 Impacts sur les élèves.....	13
1.3 Situation actuelle de la prévalence et origine des neuromythes.....	16
1.3.1 Ampleur du phénomène des neuromythes en éducation.....	16
1.3.2 Origine des neuromythes.....	17
1.4 Question de recherche et pertinence.....	46
CHAPITRE II CADRE CONCEPTUEL.....	23
2.1 Concept de neuromythe.....	23
2.1.1 Définitions et concepts apparentés.....	24
2.1.2 Définition retenue.....	29
2.1.3 Exemples de neuromythes fréquents chez les enseignants.....	31
2.1.3.1 Neuromythe 1 : Les élèves apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent l'information selon leur style d'apprentissage préféré, parmi les styles auditif, visuel et kinesthésique.....	32

2.1.3.2 Neuromythe 2 : Les élèves possèdent un profil d'intelligence prédominant, par exemple logico-mathématique, musicale, interpersonnelle, dont il faut tenir compte dans l'enseignement	35
2.1.3.3 Neuromythe 3 : Des différences entre les élèves dont le cerveau gauche est dominant et ceux dont le cerveau droit est dominant peuvent aider à expliquer des différences d'apprentissage observées chez les élèves	38
2.1.3.4 Neuromythe 4 : De courts exercices de coordination, comme toucher sa cheville gauche avec sa main droite et vice-versa, peuvent améliorer la communication entre les deux hémisphères du cerveau	41
2.1.3.5 Neuromythe 5 : Nous utilisons environ 10 % de notre cerveau	43
2.2 Synthèse des écrits au sujet des neuromythes en éducation.....	46
2.2.1 Prévalence de neuromythes fréquents en éducation dans différents pays ..	46
2.2.2 Origine des neuromythes	51
2.2.2.1 Sources liées aux lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique	51
2.2.2.2 Sources liées aux biais de la cognition humaine	59
2.2.2.3 Synthèse des différents types de sources.....	61
2.3 Objectifs de recherche.....	64
CHAPITRE III MÉTHODOLOGIE	67
3.1 Participants.....	67
3.2 Mode et instrument de collecte de données	68
3.2.1 Justification du choix du questionnaire en ligne.....	69
3.2.2 Composition du questionnaire et justification des choix effectués.....	70
3.3 Traitement des données.....	77
3.4 Considérations éthiques	78
CHAPITRE IV RÉSULTATS	79
4.1 Résultats concernant la prévalence	79
4.2 Résultats concernant les sources	81
4.2.1 Sources liées à l'adhésion aux neuromythes	81
4.2.2 Sources liées à la non-adhésion aux neuromythes.....	85

CHAPITRE V DISCUSSION.....	90
5.1 Interprétation des résultats concernant la prévalence.....	90
5.2 Interprétation des résultats concernant les sources	95
5.2.1 Sources liées à l'adhésion aux neuromythes.....	95
5.2.2 Sources liées à la non-adhésion aux neuromythes	97
5.3 Pistes de solution les plus susceptibles de diminuer la prévalence des neuromythes.....	98
5.4 Limites de la recherche	102
CONCLUSION.....	104
ANNEXE A	107
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	131

LISTE DES FIGURES

3.1	Présentation des sources mentionnées dans le questionnaire.....	75
4.1	Sources liées à l'adhésion aux cinq neuromythes	84
4.2	Sources liées à la non-adhésion aux cinq neuromythes	88
5.1	Évolution de la prévalence des neuromythes dans le temps	93
5.2	Évolution de la prévalence du neuromythe relatif aux styles d'apprentissage chez les enseignants du Royaume-Uni.....	94

LISTE DES TABLEAUX

2.1 Neuromythes et conceptions scientifiques.....	45
2.2 Prévalence de neuromythes fréquents chez les enseignants	50
2.3 Types de sources des neuromythes.....	63
4.1 Niveau d'accord et prévalence des cinq neuromythes étudiés.....	80
4.2 Sources liées à l'adhésion aux neuromythes	82
4.3 Sources liées à la non-adhésion aux neuromythes.....	86
5.1 Prévalence des cinq neuromythes chez les enseignants.....	91

RÉSUMÉ

Des études récentes ont mis en évidence l'existence de fausses croyances liées au fonctionnement du cerveau au sein de la population enseignante, souvent appelées « neuromythes » (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014). En plus de classer parfois les élèves dans des catégories réductrices, ces croyances erronées peuvent encourager les enseignants, les écoles et les décideurs politiques à investir du temps, de l'énergie et des ressources financières pour mettre en place différentes pratiques pédagogiques n'étant pas supportées par la recherche scientifique (Pasquinelli, 2012). Or, des études récentes effectuées dans différents pays rapportent une prévalence considérable de certains neuromythes : plus de 90 % des enseignants adhèreraient à certains d'entre eux (Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerricht *et al.*, 2015; Tardif *et al.*, 2015). Les écrits scientifiques actuels mettent également en évidence certains facteurs susceptibles d'influencer l'adhésion des enseignants aux neuromythes, mais la compréhension de l'origine de ces derniers demeure superficielle.

La présente recherche vise donc à préciser l'origine de certains neuromythes répandus chez les enseignants (ex : textes de vulgarisation scientifique, formations reçues, intuitions, etc.), en plus de dresser un portrait de leur prévalence chez les enseignants du Québec. Elle propose donc de répondre à la question suivante : « Quelles sont la prévalence et l'origine de certains neuromythes chez les enseignants du Québec ? ». Elle cherche conséquemment à atteindre les objectifs suivants : 1- Dresser un portrait de la prévalence des neuromythes chez les enseignants du Québec; 2- Préciser les sources liées à l'adhésion ou non à chaque neuromythe.

Un questionnaire en ligne d'environ 15 minutes, inspiré des études de Dekker *et al.* (2012) ainsi que de Tardif *et al.* (2015), a été envoyé au plus grand nombre possible d'enseignants du préscolaire, du primaire et du secondaire des écoles francophones du Québec, qui assurent la scolarité obligatoire. 972 enseignants ont répondu au questionnaire. Les participants devaient déterminer leur niveau d'accord à propos de dix énoncés concernant le fonctionnement cérébral, dont cinq portant sur des neuromythes déjà bien documentés dans les écrits scientifiques, en répondant à l'aide d'une échelle de Likert à cinq niveaux allant de « Fortement en accord » à « Fortement en désaccord ». Pour chacun des énoncés, ils devaient également indiquer l'origine de leur réponse parmi une liste de 15 sources possibles (ex : articles professionnels, formation continue, médias sociaux, intuitions, etc.).

Les résultats montrent que les taux de prévalence au Québec de ces cinq neuromythes varient entre 44 % et 74 %. Bien qu'élevés, ces taux sont légèrement inférieurs à ceux rapportés dans les études antérieures. Par ailleurs, les principales sources de ces

neuromythes telles que rapportées par les participants sont les biais cognitifs (intuitions et perceptions) ainsi que les formations universitaires. Les résultats montrent également que les principales sources liées à la non-adhésion aux neuromythes seraient les conférences et ateliers de congrès, les articles de recherche (articles scientifiques) et les intuitions.

La présente étude représente une avancée importante, car elle constitue la première recherche à établir un portrait de la prévalence des neuromythes chez les enseignants du Québec ainsi qu'à préciser de façon relativement détaillée et systématique l'origine de chacun des neuromythes étudiés. Les résultats obtenus permettent de mieux cerner l'importance de la problématique des neuromythes au Québec et de mieux cibler l'origine de ces fausses croyances sur le cerveau. Cela pourra éventuellement guider les interventions visant à les prévenir plus efficacement et à dissiper les neuromythes déjà présents en éducation. Plus encore, ce projet pourrait ultimement permettre aux enseignants de développer un regard plus éclairé sur les neurosciences et leur lien avec l'apprentissage et l'enseignement.

Mots-clés : neuromythes, neuroéducation, données probantes, prévalence, origine, sources, enseignants

INTRODUCTION

L'émergence de nouvelles techniques d'imagerie cérébrale et des connaissances en neurosciences dans les dernières décennies a ouvert la porte à des avenues prometteuses pour l'éducation en permettant d'étudier certaines problématiques éducatives au niveau cérébral (Masson, 2014). Néanmoins, des études récentes ont mis en évidence l'existence de fausses croyances sur le fonctionnement du cerveau, souvent appelées « neuromythes », au sein de la population enseignante, qui résulteraient notamment de résultats de recherche déformés ou mal interprétés (Howard-Jones, 2014; OCDE, 2007). Par exemple, un neuromythe fréquent consiste à penser que d'adapter son enseignement en fonction de styles d'apprentissage comme les styles visuel ou auditif favorise l'apprentissage (Pashler *et al.*, 2008). Susceptibles d'influencer les choix pédagogiques des enseignants, ces neuromythes contribuent à éloigner la communauté éducative des pratiques pédagogiques reconnues efficaces et appuyées par la recherche (Pasquinelli, 2012). Or, des études effectuées dans différents pays en rapportent une prévalence considérable : plus de 90 % des enseignants adhèreraient à certains neuromythes (Dekker *et al.*, 2012). Certains facteurs susceptibles d'influencer ces croyances ont été suggérés par les recherches antérieures, mais, à ce jour, la compréhension de ces facteurs demeure superficielle et d'autres recherches sont nécessaires afin de les préciser. Ces précisions sont nécessaires afin d'éventuellement pouvoir mettre en lumière des pistes d'action pour aider les enseignants à développer un regard plus critique et éclairé sur les liens entre les neurosciences et l'apprentissage.

La présente recherche vise ainsi à dresser un portrait de la prévalence de cinq neuromythes chez les enseignants du Québec. Elle tente également de préciser leur origine, c'est-à-dire les sources ayant mené les enseignants à adhérer à ces neuromythes (ex. : articles professionnels, formations, médias sociaux, intuitions, etc.).

Le premier chapitre de ce mémoire, qui se termine par la question de recherche, expose la problématique de recherche en présentant un portrait de la situation et en justifiant la pertinence sociale et scientifique de ce projet. Le deuxième chapitre, le cadre conceptuel, présente une analyse conceptuelle du terme « neuromythe » et fait le portrait détaillé de chacun des cinq neuromythes étudiés. Il expose également une recension des écrits scientifiques concernant la prévalence et les sources des neuromythes. Le troisième chapitre décrit la méthodologie utilisée afin de répondre à la question et aux objectifs de recherche en présentant les modalités de recrutement et d'échantillonnage des participants, la composition et la justification du questionnaire en ligne, le traitement des données et les considérations éthiques. Le quatrième chapitre fait état des résultats obtenus à la suite de la collecte et l'analyse de données et le dernier chapitre interprète ces résultats en vue de répondre à la question et aux objectifs de recherche. Il discute finalement des pistes de solution les plus susceptibles de diminuer la prévalence des neuromythes et des limites de la présente recherche.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

Ce chapitre pose la problématique de recherche en présentant d'abord le contexte d'une éducation qui se veut basée sur les données probantes, puis les neuromythes comme un obstacle à l'atteinte de ce but. Enfin, l'ampleur du phénomène des neuromythes et son origine sont présentées, suivies de la question de recherche et de la pertinence de cette étude.

1.1 Qualité de l'éducation

Cette section présente deux éléments importants pour favoriser une qualité optimale de l'éducation, soit l'importance de la recherche dans les pratiques éducatives et la responsabilité professionnelle des enseignants.

1.1.1 Importance d'une pratique basée sur la recherche

L'une des grandes missions de l'éducation consiste à fournir une éducation de qualité, voire optimale, aux élèves afin de les former à devenir des citoyens responsables et épanouis et contribuant au développement de la société. La réalité multifactorielle du monde de l'éducation fait en sorte que plusieurs éléments influencent l'atteinte de ces objectifs. Parmi eux se trouvent les caractéristiques relatives à l'élève, celles propres à l'enseignant, les éléments du programme d'études et les approches pédagogiques utilisées. Une synthèse réalisée par Hattie (2009) regroupe plus de 800 méta-analyses en éducation et classe ces éléments selon leur niveau d'impact sur la réussite des élèves. Hattie a récemment effectué des mises à jour de ses travaux qui regroupent maintenant près de 1 200 méta-analyses (2015, 2017). On y constate que, de façon générale, les

choix pédagogiques qu'adoptent les enseignants constituent l'un des éléments les plus déterminants de la réussite des élèves. Cette méga-analyse classe les pratiques selon leur effet sur l'apprentissage des élèves en utilisant une échelle dont la valeur 0,40 est considérée comme le point critique. Il est alors déterminé que les pratiques pédagogiques possédant un effet supérieur à 0,40 ont un « effet désirable », tandis que celles se trouvant sous ce seuil ne produisent pas assez d'effets désirables pour qu'ils soient distingués des effets ordinaires associés aux « effets enseignants » et autres. Cet énorme travail de synthèse suggère donc que certaines pratiques pédagogiques sont plutôt efficaces (p. ex. : $d = 1,16$), tandis que d'autres n'ont peu ou pas d'impact (p. ex. : $d = 0,24$) ou sont parfois même nuisibles à l'apprentissage des élèves (p. ex. : $d = -0,17$). Par exemple, les discussions de classe semblent avoir un effet important ($d = 0,82$), tandis que la méthode globale d'enseignement de la lecture (en opposition à la méthode graphophonétique) ne démontre pas d'impact ($d = 0,06$).

Ces constats contribuent alors à renforcer le large consensus quant à l'importance de favoriser l'adoption de pratiques fondées sur des données probantes (Hattie, 2009, 2015, 2017; Masson, 2015; Newton, 2015; Pasquinelli, 2012; Slavin, 2002; Stephenson, 2009), soit l'équivalent de *evidence-based education* en anglais (Slavin, 2002). La médecine et la psychologie ont d'ailleurs emprunté ce passage afin d'établir des ponts solides entre la recherche et la pratique (Masson, 2015; Pasquinelli, 2012; Slavin, 2002). En effet, bien qu'il existe des différences fondamentales entre la médecine et l'éducation, la médecine actuelle exige que les traitements administrés aux patients soient issus de la recherche et aient démontré leur efficacité. Il en va de même en psychologie. Par déduction, on estime que si on administre à un individu un traitement médical ou psychologique qui n'a pas fait ses preuves, on risque de lui causer des préjudices physiques ou psychologiques, ou de ne pas le soigner au mieux.

L'éducation n'exige pas, à l'heure actuelle, cette rigueur. Pourtant, en appliquant ce raisonnement, adopter des pratiques pédagogiques n'ayant pas été appuyées par la

recherche constitue pour le moins un risque quant à la qualité de l'éducation que reçoivent les élèves. Bien que la recherche ne puisse pas résoudre tous les problèmes, le fait de baser les interventions pédagogiques sur les recherches solides contribue à une certaine qualité. C'est pourquoi de nombreux acteurs de l'éducation sont en faveur d'une pratique basée sur les données probantes. Malgré le fait que l'éducation en soit encore à ses premiers pas dans le développement d'une telle collaboration entre la recherche et la pratique, des efforts en ce sens sont consentis.

1.1.2 Responsabilité professionnelle des enseignants

Il est néanmoins compréhensible que l'éducation ne se soit pas toujours appuyée sur la recherche de son champ, cette dernière étant relativement récente. Toutefois, alors qu'elle se développe, nous apprenons que certaines pratiques pédagogiques semblent plus efficaces que d'autres. Les milieux de la recherche et de la pratique ont donc la responsabilité partagée de travailler à ce que les pratiques pédagogiques reconnues efficaces soient largement utilisées dans les établissements d'enseignement et que les autres soient étudiées ou abandonnées si elles ne démontrent pas d'effets positifs.

Cette responsabilité renvoie notamment à deux éléments fondamentaux de la professionnalisation enseignante (qui consiste à reconnaître le caractère professionnel de l'acte d'enseigner), soit les connaissances sur l'enseignement et l'apprentissage ainsi que l'éthique professionnelle. Effectivement, il incombe à l'enseignant, en tant que professionnel, de faire des choix pédagogiques qui favoriseront le mieux possible l'apprentissage des élèves, en les appuyant sur les données de la recherche (Desaulniers et Jutras, 2006). Les enseignants sont également responsables de mettre à jour leurs connaissances sur les pratiques reconnues efficaces. On s'attend donc à ce qu'ils connaissent un large répertoire de moyens pédagogiques, mais également à ce « qu'ils [soient] capables de les utiliser en classe de manière adéquate, voire optimale »

(Desaulniers et Jutras, 2006, p. 104). Ces compétences sont à la base d'une éducation de qualité et constituent un devoir éthique. Desaulniers et Jutras (2006) expliquent en quoi il s'agit d'une responsabilité éthique de la profession enseignante :

Bien qu'on entende peut-être plus souvent parler de l'éthique professionnelle médicale, tous les professionnels sont concernés par l'éthique quand ils ont des choix d'interventions à faire qui touchent des personnes [...]. Leurs décisions entraînent des conséquences sur d'autres personnes, essentiellement les élèves. (p. 36)

On souhaite également développer une attitude réflexive chez les enseignants face à l'information à laquelle ils sont exposés, ainsi qu'une capacité de réflexion critique (Conseil supérieur de l'éducation, 2006; Ferrero *et al.*, 2016; Pasquinelli, 2012). Favoriser un esprit critique chez les enseignants, compétence que l'on cherche d'ailleurs à développer chez les élèves, est donc essentiel : omettre de le faire contribuerait à miner la crédibilité de leur expertise professionnelle (Aleknó, 2012) et présenterait des risques pour l'éducation (Pasquinelli, 2015b).

D'ailleurs, l'éducation de la personne est pour plusieurs trop importante pour ne pas y mettre tous les efforts possibles. En ce sens, Baillargeon (2013) exprime ce qui suit :

[...] c'est une bien mauvaise habitude intellectuelle de soutenir une idée ou de préconiser une pratique pour de mauvaises raisons. Ce l'est lorsque la chose est faite sciemment, parce qu'elle est malhonnête; ce l'est lorsqu'elle est faite par ignorance, parce que l'ignorance n'a pas sa place dans des décisions aussi importantes. (p. 94)

Néanmoins, en dépit de la volonté de tendre vers une éducation basée sur les données probantes, il subsiste en éducation une tendance à adhérer rapidement et massivement à de « nouvelles modes » éducatives avant même qu'elles ne soient vérifiées par la recherche (Hyatt, 2007). L'implantation des tableaux blancs interactifs (TBI) dans plusieurs pays en est un exemple (DiGregorio et Sobel-Lojeski, 2010; St-Jacques,

2013). La faible communication actuelle entre la recherche et la pratique (Pasquinelli, 2012) fait d'ailleurs en sorte que les enseignants se retrouvent souvent à adopter des pratiques pédagogiques notamment sur la base de leurs croyances, de ce qu'ils croient utile pour favoriser la réussite de leurs élèves, plutôt que sur la recherche (Conseil supérieur de l'éducation, 2006; Pashler *et al.*, 2009). Parfois, ces croyances influencent positivement le choix des pratiques et favorisent ainsi l'apprentissage des élèves. Toutefois, il arrive également que des croyances erronées incitent les enseignants à adopter des pratiques qui ont démontré peu ou pas d'impact, ou encore qui sont susceptibles de nuire à l'apprentissage et la réussite des élèves (Ferrero *et al.*, 2016; Riener et Willingham, 2010; Simmonds, 2014). Il apparaît donc urgent de mieux connaître les croyances non fondées qui influenceraient à tort les pratiques pédagogiques afin de tendre de plus en plus vers une éducation basée sur la recherche scientifique.

1.2 Neuromythes : des croyances indésirables en éducation

1.2.1 Neuromythes en éducation

Évidemment, de nombreuses croyances de toutes sortes circulent depuis toujours en éducation, ce qui est tout à fait naturel et compréhensible, l'être humain tentant d'expliquer les phénomènes à partir des informations dont il dispose. Toutefois, depuis quelques années, des études ont mis en évidence l'existence, dans le monde de l'éducation et plus particulièrement au sein de la population enseignante, de croyances erronées ou non appuyées par la recherche qui sont spécifiquement liées au fonctionnement du cerveau (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014). Ces croyances, aujourd'hui largement répandues et suscitant un grand intérêt, forment une catégorie distincte. En effet, plusieurs auteurs constatent que les enseignants (et individus en

général) sont particulièrement attirés par les informations relatives au fonctionnement du cerveau; cet intérêt est tel qu'on le qualifie parfois de *neurophilie* (Pasquinelli, 2012; Trout, 2008). Des études expliquent que les informations évoquant les neurosciences ont tendance à susciter chez les individus non seulement un plus grand intérêt que les informations n'y faisant pas référence, mais également que les individus leur accordent une plus grande valeur scientifique, indépendamment de leur pertinence (Lindell et Kidd, 2013; Weisberg *et al.*, 2007, 2015). Les individus auraient donc naturellement tendance à porter une plus grande attention aux informations relatives aux neurosciences, mais également à leur accorder une plus grande crédibilité. Considérant que les enseignants sont de plus en plus souvent en contact avec des ouvrages du type *brain-based education* qui peuvent contenir des informations erronées au sujet du cerveau, il semble d'autant plus important de s'attarder spécifiquement aux croyances erronées concernant le cerveau et son fonctionnement (Masson, 2014).

On réfère généralement à ces croyances par le terme *neuromythe* (OCDE, 2002). L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) utilise ce terme dans son rapport *Comprendre le cerveau : vers une nouvelle science de l'apprentissage*, publié en 2002, pour désigner des croyances erronées ayant trait à la neuroscience s'étant répandues en éducation (ou dans d'autres domaines), notamment suite à des résultats de recherche sur le cerveau et l'apprentissage qui auraient été déformés ou mal interprétés.

L'émergence des neurosciences et des techniques d'imagerie cérébrale dans les dernières décennies a effectivement suscité un engouement exceptionnel. Aux États-Unis, on a même proclamé *Décennie du cerveau* la décennie 1990-2000 (OCDE, 2002; Howard-Jones, 2014). Des chercheurs ont alors commencé à utiliser ces outils révolutionnaires afin de faire avancer la science, tentant de mieux comprendre le fonctionnement du cerveau humain. Depuis quelques années, des chercheurs en éducation s'attardent eux aussi à la

structure du cerveau et à son fonctionnement pour que l'éducation bénéficie de ces découvertes, donnant ainsi naissance à la *neuroéducation*. Selon Masson (2015) :

Ce domaine cherche non seulement à identifier les mécanismes liés aux apprentissages scolaires et à l'enseignement, mais aussi à comprendre comment la connaissance de ces mécanismes peut nous donner des indices pour faciliter l'apprentissage et mieux enseigner aux élèves. (p. 13)

Il s'agit en fait d'une approche récente en éducation (Masson, 2012). Sans prétendre pouvoir se passer des autres approches ni dicter comment enseigner, la neuroéducation a pour but de vérifier certaines hypothèses actuelles, d'en formuler de nouvelles et de trianguler les résultats de recherche afin de solidifier les conclusions existantes en éducation en étudiant certaines problématiques éducatives sous un nouvel angle, soit le niveau cérébral (Masson, 2015). Bien que la pertinence de ce champ pour l'enseignement ne fasse pas l'unanimité (Bruer, 1997), son existence se fait de plus en plus sentir et la pertinence de s'appuyer sur le fonctionnement cérébral pour mieux enseigner est aujourd'hui évidente pour plusieurs, qui estiment qu'il s'agit là d'un champ prometteur (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014; Masson, 2015; OCDE, 2007; Pasquinelli, 2012; The Royal Society, 2011). Bien qu'il soit nécessaire d'être prudent quant aux conclusions qu'il est possible de tirer des données cérébrales, la neuroéducation permet d'avoir accès à de nouvelles connaissances. Ces connaissances visent notamment à mieux comprendre l'apprentissage au niveau cérébral, mais peuvent aussi nous donner des indices sur les façons de faciliter l'apprentissage des élèves (Masson, 2015). S'en priver irait donc à l'encontre de la raison d'être de la recherche, « [...] l'ignorance n'a[yant] jamais été meilleure conseillère que la connaissance » (Pasquinelli, 2015b, p. 114).

Néanmoins, il arrive effectivement, comme dans toute discipline, que des résultats de recherche soient mal interprétés, simplifiés de façon excessive ou extrapolés, d'autant plus que les recherches sur le cerveau et l'apprentissage sont plutôt récentes. Toutefois, avant même l'avènement de ces techniques d'imagerie cérébrale, les humains possédaient déjà

de fausses conceptions sur le fonctionnement du cerveau (Howard-Jones, 2014; Masson, 2015; OCDE, 2007; Pasquinelli, 2012). D'ailleurs, les techniques d'imagerie cérébrale ont notamment permis d'éclairer plusieurs de ces neuromythes et de les révéler (Geake, 2008).

Un exemple de neuromythe est de croire que nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau. Cette idée constitue un mythe répandu depuis fort longtemps, mais aujourd'hui démenti par la recherche scientifique (Dekker, 2012; Geake, 2008; OCDE, 2007). Un autre exemple renvoie à l'idée selon laquelle de courts exercices de coordination favoriseraient notamment la communication entre les deux hémisphères du cerveau (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014). D'ailleurs, un populaire programme de ce genre commercialisé par l'entreprise *Brain Gym® International* prétend, sur son site web, « améliorer de façon spectaculaire » notamment la concentration, la mémoire, les résultats scolaires et les attitudes. On y retrouve des exercices comme toucher sa cheville gauche avec sa main droite et vice-versa, ou encore la recommandation de boire de l'eau et de la garder longtemps en bouche parce qu'elle serait ainsi directement absorbée par le cerveau (Baillargeon, 2013; van Atteveldt, 2016). L'auteur de ce programme y aurait également intégré la recommandation de bâiller de façon intentionnelle après avoir été convaincu que de bâiller avait amélioré sa propre vision (Hyatt, 2007). Bien que les prétentions de *Brain Gym®* ne s'appuient sur aucune recherche scientifique de qualité (Hyatt, 2007), cette entreprise populaire serait, selon l'information disponible sur son site web (www.braingym.org), implantée dans plus de 87 pays, dont le Canada, et offrirait des formations et du matériel souvent coûteux aux écoles et aux enseignants.

Ces neuromythes sont ainsi des croyances au sujet du fonctionnement cérébral qui sont non appuyées par les résultats de recherche ou démenties par ceux-ci, et nombre d'entre eux circulent actuellement en éducation (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014).

1.2.2 Obstacle à une éducation optimale

Dans son chapitre portant sur les neuromythes, l'OCDE (2007) apporte la nuance suivante : « Paradoxalement, certains mythes ont été bénéfiques à l'éducation, car ils lui ont permis de se diversifier. Mais la plupart peuvent entraîner des conséquences fâcheuses et doivent donc, à ce titre et à d'autres, être combattus » (p. 117). Bien qu'ils puissent avoir apporté une certaine diversité à l'éducation, plusieurs de ces mythes concernant le fonctionnement du cerveau en apprentissage ouvrent la porte à de mauvaises compréhensions du processus d'apprentissage par les professionnels de l'enseignement (OCDE, 2007). Un aspect des plus préoccupants en ce sens est que des enseignants sont susceptibles de croire non seulement en certaines pratiques sans fondement scientifique, mais aussi, et peut-être surtout, de croire que ces pratiques *ont été validées par la recherche*, alors que ce n'est pas le cas (OCDE, 2002; Tardif *et al.*, 2015). Dès lors, leurs croyances erronées en ce qui concerne le fonctionnement du cerveau en apprentissage (combiné à leur enthousiasme), mais également le fait de croire à tort que certaines de ces idées soient validées scientifiquement, peuvent les inciter à intégrer ces fausses croyances à leur pratique (OCDE, 2002; Tardif *et al.*, 2015).

Cependant, le fait qu'un enseignant adhère à ces idées ne démontre pas nécessairement qu'elles influenceront ses choix pédagogiques. Certains pourraient donc argumenter qu'il est inutile de s'inquiéter de ces croyances. Toutefois, de plus en plus d'études sur le sujet démontrent que non seulement une grande proportion des enseignants de différents pays adhère à certains neuromythes, mais également que des enseignants intègrent réellement ces fausses croyances à leur pratique (Alekno, 2012; Newton, 2015; Rato *et al.*, 2013; Simmonds, 2014; Spaulding *et al.*, 2010; Stephenson, 2009; Tardif *et al.*, 2015). Il apparaît alors légitime de se préoccuper des conséquences possibles de ces pratiques sur les élèves, qui seront discutées à la section suivante (OCDE, 2002; Tardif *et al.*, 2015).

Ainsi, en plus de nuire à une communication adéquate entre la recherche et la pratique, les neuromythes peuvent encourager les enseignants et les écoles à investir du temps, de l'énergie et des ressources financières pour mettre en place différentes pratiques pédagogiques qui n'ont pas été validées scientifiquement (Dekker *et al.*, 2012; Ferrero *et al.*, 2015; Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). Plus encore, des intérêts commerciaux se cachent parfois derrière certains neuromythes, notamment parce que les médias cherchent à provoquer un effet de sensationnalisme ou parce que des entreprises tentent d'en tirer des avantages financiers (Pasquinelli, 2012). Comme il a été mentionné plus tôt, certaines entreprises peuvent effectivement tirer profit de ces croyances en mettant sur le marché des produits prétendus *brain-based*, incitant ainsi la communauté éducative à investir, en vain, dans ces produits ou programmes. Pendant ce temps, ces ressources ne sont pas investies dans des pratiques reconnues efficaces et fondées sur les résultats de recherche : « Ainsi, chaque fois que ces méthodes sont adoptées, on court le risque que d'autres méthodes – dont l'efficacité est, elle, prouvée – ne le soient pas » (Pasquinelli, 2015b, p. 222). Ces ressources sont d'ailleurs précieuses en éducation et doivent donc être utilisées judicieusement.

Le problème s'amplifie lorsque des neuromythes sont enseignés à la formation des maîtres (Tardif *et al.*, 2015) ou atteignent les décideurs politiques (Pasquinelli, 2012). Certaines études ont effectivement démontré que des neuromythes fréquents sont parfois enseignés à la formation initiale à l'enseignement, notamment en Suisse (Tardif *et al.*, 2015), aux États-Unis (Lethaby et Harries, 2016) et en Espagne (Ferrero *et al.*, 2016). La question se pose également au Québec. De plus, une étude effectuée en Australie rapporte que la grande majorité des documents et références retrouvés sur les sites des ministères d'éducation des états et territoires australiens fournissaient une certaine forme de support explicite aux pratiques de *Brain Gym*® (Stephenson, 2009). Or, les universités sont des instances jouissant d'une crédibilité acquise de la part des enseignants et des étudiants en enseignement, puisque leur rôle est de les former à devenir des enseignants compétents. Il en va de même pour les décideurs politiques, dont le rôle est de prescrire les orientations

en éducation. En ce sens, ces instances, possédant une certaine notoriété, ont le devoir de tenir un discours s'appuyant sur la recherche scientifique (Stephenson, 2009).

Ainsi, les élèves se voient imposer un système d'éducation qui, en n'utilisant pas ses ressources de façon optimale, nuit à ses propres intérêts. En orientant les enseignants, les institutions d'enseignement et les décideurs politiques vers des pratiques qui n'ont pas été validées par les résultats de recherche, les neuromythes contribuent à éloigner la communauté éducative des pratiques reconnues efficaces et basées sur des données probantes (Newton, 2015; Pasquinelli, 2012; Stephenson, 2009).

1.2.3 Impacts sur les élèves

L'adoption de pratiques n'ayant pas été validées ou ayant été invalidées par la recherche est ensuite susceptible d'avoir des impacts se répercutant directement sur les élèves. D'abord, des enseignants sont susceptibles d'être orientés vers des pratiques pédagogiques qui, notamment, ne sont pas nécessairement compatibles avec le fonctionnement du cerveau (Masson, 2015). Par exemple, des recherches ont démontré que d'espacer les périodes d'apprentissage dans le temps plutôt que de les regrouper (p. ex., 4 périodes de 30 minutes plutôt qu'une période de deux heures) favorisait un meilleur apprentissage (Kornell, 2009). Cet effet s'expliquerait notamment par le fait que les périodes d'apprentissage espacées dans le temps favoriseraient le maintien de l'activation du cerveau; cela contribuerait ainsi à un plus grand apprentissage (Callan et Schweighofer, 2010). Espacer les périodes d'apprentissage constitue donc une pratique plus compatible avec le fonctionnement du cerveau que de les regrouper.

Un neuromythe fort répandu mène également les enseignants à penser que d'adapter son enseignement en fonction de styles d'apprentissage, comme les styles visuel, auditif ou

kinesthésique, favorise l'apprentissage, sous-entendant que le cerveau serait optimisé pour recevoir l'information selon une certaine modalité. À ce jour, cette théorie n'est pas appuyée par la recherche scientifique (Geake, 2008; Krätzig et Arbuthnott, 2006; Landrum et McDuffie, 2010; OCDE, 2007; Pashler *et al.*, 2008). Pourtant, elle est notamment présente dans un document diffusé par différents organismes sur des sites Internet financés en partie par le Gouvernement du Canada (Bernard *et al.*, 2002). Ce neuromythe est également l'un de ceux qui sont parfois enseignés à la formation initiale à l'enseignement (Lethaby et Harries, 2016; Tardif *et al.*, 2015).

Le fait d'adhérer à des neuromythes de ce genre peut amener les enseignants à classer les élèves dans des catégories réductrices et à les étiqueter (par exemple comme étant visuels, auditifs ou kinesthésiques), alors qu'aucune donnée probante ne justifie l'utilité de cette classification (Masson, 2015). À ce sujet, le document mentionné ci-haut, disponible en ligne (Benoît *et al.*, 2002), est révélateur. Celui-ci conclut que les enfants auditifs bénéficient d'un enseignement syllabique de la lecture, les enfants visuels d'un enseignement global, tandis que les enfants kinesthésiques n'aiment simplement pas la lecture. Catégoriser les élèves ainsi peut occasionner des effets néfastes sur leur apprentissage, d'abord par le biais de ce que l'enseignant présume à leur sujet (Baillargeon, 2013; Pasquinelli, 2012). En effet, les enfants jugés « kinesthésiques », par exemple, sont susceptibles d'être victimes de l'effet Pygmalion, effet qui confirme que les attentes de l'enseignant envers les compétences de leurs élèves peuvent influencer les performances de ces derniers (Rosenthal et Jacobson, 1968). Ainsi, si leur enseignant présume qu'ils n'aiment simplement pas la lecture, ces élèves pourraient, par exemple, se résigner à ne pas aimer la lecture. Puis, comme mentionné plus haut, la méthode globale d'enseignement de la lecture a quant à elle été jugée inefficace par la méga-analyse réalisée par Hattie (2009, 2015, 2017), révélant une magnitude d'effet de Cohen (d) de 0,06. Les élèves visuels recevraient donc un enseignement de la lecture reconnu inefficace. Par ailleurs, déjà en 1990, Snider affirmait ce qui suit : « Les chances du succès scolaire des enfants peuvent être mises

en péril par des enseignants qui ont recours aux styles d'apprentissage pour choisir les méthodes utilisées au début de l'apprentissage de la lecture » (Snider, 1990, cité dans Baillargeon, 2013, p. 110). Par ailleurs, un élève catégorisé « visuel » pourrait en venir à croire qu'il ne peut apprendre que par cette modalité et ainsi se désengager et fournir peu d'efforts lorsque des contenus sont présentés sans support visuel (Riener et Willingham, 2010). Il pourrait également éviter les domaines dans lesquels les habiletés visuelles ne sont peu ou pas sollicitées, par exemple la musique, alors qu'il aurait peut-être du talent (Newton, 2015).

Bien qu'il soit possible que cette catégorisation mène les enseignants à porter une plus grande attention aux caractéristiques personnelles de leurs élèves ou à diversifier leurs pratiques, elle pourrait également conduire à une sorte de déterminisme (Howard-Jones, 2014), c'est-à-dire de croire à une certaine trajectoire déterminée d'avance. Ainsi, cela est susceptible d'amener les enseignants à croire que, pour un élève ayant par exemple un trouble d'apprentissage, aucune amélioration n'est possible en raison de la structure de son cerveau, alors que la recherche démontre le contraire (Aleknó, 2012; Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014). Cette croyance peut ainsi influencer l'attitude de l'enseignant envers cet élève et se répercuter sur ses performances (Howard-Jones, 2014), en plus de biaiser sa perception de ses capacités (Masson et Blanchette Sarrasin, 2015). Par ailleurs, ce déterminisme peut également se refléter à travers la conception de l'intelligence que possède l'élève. En effet, croire que l'intelligence est fixe au cours de la vie peut avoir des effets négatifs sur l'apprentissage, comparativement à une conception dynamique de l'intelligence, qui a démontré avoir des effets positifs sur la motivation (Blackwell *et al.*, 2007) ainsi que sur certains apprentissages scolaires, notamment en mathématique et en lecture (Lanoë *et al.*, 2015).

Somme toute, en contribuant à éloigner les acteurs de l'éducation des pratiques pédagogiques basées sur des données probantes, les neuromythes nuisent à la

professionnalisation enseignante, mais nuisent vraisemblablement aussi aux élèves, d'une part en leur imposant un système n'utilisant pas ses ressources de façon optimale, et d'autre part en risquant de leur causer des préjudices de différentes natures. Ainsi, ils constituent un obstacle important *et évitable* à une éducation optimale et méritent donc toute notre attention.

1.3 Situation actuelle de la prévalence et origine des neuromythes

Cette section expose un état de la situation quant aux neuromythes en éducation en présentant d'une part la prévalence de certains neuromythes en éducation et, d'autre part, l'origine des neuromythes selon la littérature actuelle.

1.3.1 Ampleur du phénomène des neuromythes en éducation

Déjà en 2002, l'OCDE spécifiait que des neuromythes étaient répandus chez les enseignants et les spécialistes de l'éducation. Des études plus récentes ont été effectuées dans différents pays et rapportent une prévalence considérable de certains neuromythes au sein de la population enseignante (Aleknó, 2012; Dekker *et al.*, 2012; Ferrero *et al.*, 2015; Gleichgerrcht *et al.*, 2015; Howard-Jones, 2014; Tardif *et al.*, 2015). Dans le domaine de recherche s'intéressant aux neuromythes, le terme *prévalence* signifie le pourcentage de personnes adhérant à un neuromythe (Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015; Howard-Jones, 2014; Rato *et al.*, 2013; Tardif *et al.*, 2015).

Selon ces études (expliquées en détail au chapitre suivant) incluant le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la Turquie, la Grèce, la Chine, l'Espagne, l'Amérique latine, les États-Unis et la Suisse francophone, en moyenne 95 % des enseignants adhèrent au neuromythe relatif à la théorie des styles d'apprentissage. Cette statistique est notée à 77 % pour le neuromythe relatif aux exercices de coordination, tel que le programme

Brain Gym®. Bien que celui selon lequel nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau soit moins présent dans certains pays (en moyenne 50 % [Dekker *et al.*, 2012; Ferrero *et al.*, 2015; Gleichgerrcht *et al.*, 2015; Howard-Jones, 2014; Tardif *et al.*, 2015]), il s'élève tout de même à un taux de prévalence de 89 % chez les enseignants américains (Aleknó, 2012). Un portrait plus détaillé de la prévalence des neuromythes en éducation sera exposé dans le chapitre suivant.

1.3.2 Origine des neuromythes

Dans le but de mieux comprendre ce phénomène, vu son ampleur et les répercussions qu'il occasionne, plusieurs chercheurs se sont intéressés à en élucider les causes. Autrement dit, afin d'avoir une idée des pistes de solution à préconiser pour aider les enseignants à éviter les neuromythes et favoriser une compréhension du fonctionnement du cerveau la mieux validée possible, des chercheurs ont voulu étudier leur origine en tentant de lier les taux de prévalence obtenus à certains facteurs (Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015; Howard-Jones, 2014; Rato *et al.*, 2013; Tardif *et al.*, 2015). La littérature actuelle met donc en évidence certains facteurs généraux susceptibles d'influencer l'adhésion des enseignants à des neuromythes. Par exemple, plusieurs études ont d'abord tenté d'établir des liens entre l'adhésion à des neuromythes et diverses caractéristiques telles que l'âge, le genre, l'expérience d'enseignement, le niveau d'enseignement ou le niveau d'éducation, mais les résultats se sont avérés peu concluants : les analyses statistiques effectuées ont rarement été significatives, et celles qui l'ont été n'ont obtenu qu'une très faible taille d'effet (Aleknó, 2012; Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015; Howard-Jones, 2014; Rato *et al.*, 2013). Selon les résultats d'entrevues de l'une de ces études (Aleknó, 2012), ce genre de caractéristiques ne semble pas influencer directement le taux d'adhésion à ces croyances, celui-ci résultant probablement d'un phénomène plus complexe. Par ailleurs, le niveau de connaissances générales sur le cerveau a également parfois été mentionné comme

prédicteur de neuromythes, c'est-à-dire que certaines études ont constaté que plus les enseignants possédaient de connaissances générales sur le cerveau, plus ils adhéraient à des neuromythes (Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015). Par contre, les résultats de recherche à ce sujet divergent (Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015; Howard-Jones *et al.*, 2009). Notamment, l'étude de Dekker *et al.* (2012) a obtenu un effet significatif des connaissances générales comme prédicteur de neuromythes, tandis que l'étude de Howard-Jones *et al.* (2009) a démontré qu'à l'inverse, un haut taux de connaissances générales semblait « protéger » significativement de certains neuromythes. Il semble donc que ces variables n'ont peut-être pas une relation de cause à effet.

Plusieurs auteurs s'entendent pour dire que, généralement, un neuromythe prend son origine dans un fait neuroscientifique qui a ensuite été progressivement déformé et qu'ainsi, l'une des causes des neuromythes renverrait à des lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique (Howard-Jones, 2014; OCDE, 2007; Pasquinelli, 2012). Des résultats de recherche en neurosciences auraient ainsi parfois donné lieu à des simplifications excessives, des généralisations inadéquates ou de mauvaises interprétations, faites sciemment ou non. (Howard-Jones, 2014; OCDE, 2002; Pasquinelli, 2012). En ce sens, l'OCDE (2002) mentionne que « la genèse d'un neuromythe se produit généralement à l'issue d'une erreur de compréhension ou de lecture, et parfois d'une déformation délibérée des faits scientifiquement établis [...] » (p. 84). La littérature soutient également que certains biais cognitifs, c'est-à-dire différents biais du raisonnement, influenceraient ces croyances. Par exemple, ces biais inciteraient les individus à laisser leurs croyances être influencées par leurs intuitions sur le fonctionnement cérébral ou leurs perceptions de leur expérience, malgré qu'elles puissent être erronées (Howard-Jones, 2014; Masson, 2015; Pasquinelli, 2012). L'OCDE (2007) explique que ce phénomène se produit notamment parce que :

[...] l'humaine nature se contente souvent, si ce n'est se délecte, d'explications rapides, simples, univoques, qui fatalement conduisent à de mauvaises interprétations, à de douteuses extrapolations et au bout du compte à la genèse d'idées fausses. (p. 116)

Enfin, il est important de souligner que certaines conditions culturelles peuvent parfois influencer l'origine de neuromythes (Howard-Jones, 2014; Gleichgerrcht *et al.*, 2015). Par exemple, certaines croyances religieuses peuvent influencer celles qui sont liées au cerveau, à l'esprit et à la pensée (Howard-Jones, 2014). Des différences dans la culture éducative, comme des croyances plus fortes quant à l'influence de la génétique sur les capacités d'apprentissage, peuvent également être un facteur d'influence (Deligiannidi et Howard-Jones, 2015; Pei *et al.*, 2015). Finalement, les sources de diffusion de l'information peuvent varier considérablement selon les pays, cultures, populations (formations, médias, articles, etc.), ce qui pourrait influencer la prévalence de certains neuromythes (Howard-Jones, 2014). Par exemple, certaines études ont révélé des taux de connaissances sur le cerveau plus faibles que dans d'autres pays, particulièrement dans les pays espagnols (Ferrero *et al.*, 2016; Gleichgerrcht *et al.*, 2015). Ces études soulèvent que l'accès à des écrits scientifiques dans cette langue est possiblement restreint, ce qui pourrait expliquer, du moins en partie, ces différences. Considérant l'existence de ces facteurs culturels, étudier le phénomène des neuromythes auprès d'une population distincte comme celle du Québec pourrait révéler des facteurs lui étant propres. Effectivement, le Québec est l'une des seules grandes communautés francophones en Amérique du Nord et détient ses propres culture et système d'éducation, ce qui peut jouer un rôle quant aux croyances et à leurs origines.

1.4 Question de recherche et pertinence

Considérant que le champ de l'éducation tente de renforcer la communication entre la recherche et la pratique pour devenir progressivement une éducation basée sur les

données probantes, mais que le phénomène des neuromythes constitue un obstacle important à cet objectif, en plus d'occasionner des conséquences indésirables, il apparaît essentiel de se pencher sur cette problématique. Le travail des enseignants étant de mener les élèves vers la réussite, mais également de prendre en compte l'élève dans son ensemble (par exemple en tenant compte de la sphère affective des élèves), il est compréhensible que l'adhésion des enseignants à certaines idées ne soit pas toujours motivée par la recherche scientifique, d'autant plus que cette dernière leur est difficilement accessible. Ainsi, il semble important de les aider à poursuivre la mission que constitue la réussite des élèves, notamment en mettant en lumière les mythes qui peuvent aller à l'encontre de cette mission. De hauts taux de prévalence des neuromythes en éducation ayant déjà été constatés, il devient de plus en plus urgent de s'attarder à ces neuromythes et leurs sources afin de travailler à les dissiper, à la fois pour la professionnalisation enseignante et pour la réussite des élèves. Bien que cet effort ne permette pas de les faire disparaître totalement, il semble que ce soit une première étape pour tendre vers une éducation plus appuyée sur la recherche. D'ailleurs, certaines études (Kowalski et Taylor, 2009; Macdonald *et al.*, 2017) ont déjà démontré que la réfutation de certaines croyances erronées semblait efficace pour les dissiper (cette idée sera développée davantage au chapitre V). Au Québec, les enseignants du préscolaire, primaire et secondaire suivent une formation obligatoire en pédagogie, détiennent un brevet d'enseignement et assurent la scolarité *obligatoire*. Ainsi, puisque les élèves de ces ordres d'enseignement se voient imposer un système d'éducation, celui-ci se doit de fournir une éducation obligatoire la plus optimale possible, par le biais des enseignants du préscolaire, du primaire et du secondaire.

Dans le but de remédier au problème des neuromythes en éducation, il est d'abord nécessaire de connaître d'où proviennent les neuromythes, ce qui permettrait notamment d'imaginer des pistes de solution concrètes. Bien que l'origine des neuromythes soit complexe et multifactorielle, la littérature actuelle souligne que des lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique et des biais cognitifs

influenceraient conjointement l'adhésion des enseignants à des neuromythes. Néanmoins, on ne connaît pas précisément les sources de ces neuromythes (intuitions, formations, médias, etc.), qui les font naître et/ou les propagent. Une connaissance plus détaillée de ces sources est préalable à de nouvelles recherches qui s'intéresseront aux pistes d'intervention à privilégier pour prévenir et dissiper les neuromythes en éducation (Aleknó, 2012; Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015). L'absence de données au Québec justifie également l'entreprise de cette recherche, puisque des différences culturelles pourraient influencer la prévalence et l'origine de certains neuromythes (Howard-Jones, 2014).

Finalement, afin de proposer des pistes de solution adaptées à la population enseignante du Québec, il serait important de connaître la portée de ce phénomène et son origine au sein de cette population précise. En effet, pour rejoindre les enseignants du Québec et les aider à prévenir et abandonner ces neuromythes, il est notamment nécessaire d'avoir un discours adapté au portrait de leurs croyances et des sources les influençant afin qu'ils se reconnaissent et accordent du sens au message qui leur est adressé.

Ainsi, la présente recherche vise à dresser un portrait de la prévalence des neuromythes chez les enseignants du Québec et à préciser leur origine dans le contexte éducatif québécois en répondant à la question suivante : « **Quelles sont la prévalence et l'origine de certains neuromythes chez les enseignants du Québec?** »

À notre connaissance, la présente étude est la première à établir un portrait de la prévalence des neuromythes chez les enseignants du Québec ainsi qu'à étudier de façon aussi détaillée et systématique leur origine. En complémentarité avec les études effectuées à ce sujet, ces données contribueront à l'avancement des connaissances en permettant d'une part de mieux cerner l'importance de la problématique des neuromythes au Québec et, d'autre part, de mieux connaître leur origine, soit les sources (formations, médias, intuitions, etc.) pouvant influencer leur prévalence.

En fournissant un portrait des croyances erronées des enseignants du Québec ainsi qu'une meilleure compréhension de leurs sources, les résultats obtenus permettront d'abord de cibler les neuromythes auxquels il est nécessaire de s'attarder au Québec et d'établir les priorités quant aux pistes de solution. Cela pourrait ultimement permettre de les prévenir plus efficacement et de dissiper les neuromythes déjà présents dans le système éducatif québécois, tendant ainsi vers une pratique basée sur les données probantes et, conséquemment, vers une amélioration de la qualité de l'éducation.

CHAPITRE II

CADRE CONCEPTUEL

Le présent chapitre expose les bases conceptuelles et la recension des écrits nécessaires à la réalisation de ce mémoire ayant pour question de recherche « Quelles sont la prévalence et l'origine de certains neuromythes chez les enseignants du Québec? ». Comme il importe d'abord de définir de façon claire ce que nous considérons comme étant un neuromythe dans le cadre de la présente recherche, une analyse conceptuelle de ce terme est présentée, incluant les exemples détaillés des neuromythes étudiés. Puis, les éléments nécessaires et pertinents de la revue de la littérature à ce sujet sont divisés en deux parties, soit celle sur les taux de prévalence recensés dans les études et celle sur l'origine de ces croyances.

2.1 Concept de neuromythe

Cette section présente plusieurs termes utilisés dans la littérature pour désigner un neuromythe ainsi que les caractéristiques s'y rapportant. Elle fait également un parallèle avec les concepts apparentés, puis, à la lumière de ces définitions, pose la définition qui sera retenue dans le cadre de ce mémoire. Elle se conclut par les exemples des cinq neuromythes étudiés dans le cadre de cette recherche.

2.1.1 Définitions et concepts apparentés

Dans la littérature actuelle, peu de définitions explicites du terme *neuromythe* sont présentées. Ainsi, afin d'approfondir ce concept et d'effectuer des parallèles avec les concepts apparentés, quelques éléments provenant de sources variées incluant des livres, des rapports et des écrits non scientifiques ont été utilisés dans la présente section.

La première utilisation du terme *neuromythe* est attribuée au neurochirurgien Alan Crockard, l'utilisant dans les années 1980 pour référer à des idées non scientifiques à propos du cerveau circulant dans la communauté médicale (Howard-Jones, 2014). Le préfixe *neuro*, en effet, fait référence au système nerveux, dont le cerveau fait partie intégrante. Comme il a été mentionné dans le chapitre précédent, l'OCDE (2002) a ensuite repris ce terme pour désigner de « fausses croyances » concernant le fonctionnement cérébral circulant en éducation ou dans d'autres domaines.

De façon générale, on réfère effectivement aux neuromythes en termes de « fausses croyances » (Masson, 2015), de « mythes propres aux sciences du cerveau » (OCDE, 2007) ou encore de « mythes concernant le cerveau et ses fonctions » (Pasquinelli, 2015b), mettant en évidence l'idée qu'il s'agit d'idées entrant en contradiction avec les connaissances admises par la communauté scientifique. En effet, le concept de *mythe* réfère généralement à un récit relevant de la croyance (Renard, 2006). Selon Renard (2006), la plupart du temps, le mythe constitue donc une explication erronée, scientifiquement fautive, mais il arrive également qu'on puisse qualifier de mythes des croyances n'ayant pas démontré de valeur scientifique. Ainsi, d'un point de vue épistémologique, bien qu'il ne soit pas possible de prouver l'absence de valeur scientifique d'une croyance, l'absence de données scientifiques appuyant cette

croissance nous permet quant à elle de penser que cette idée n'a peu ou pas de valeur scientifique.

La littérature met d'ailleurs en lumière qu'un neuromythe n'est pas forcément *faux* au sens littéral. L'idée de fausse croyance est parfois utilisée dans le sens d'une croyance qui n'a pas été validée par la recherche scientifique. Pour cette raison, des auteurs utilisent dans certains cas l'expression « unscientific ideas » (Howard-Jones, 2014) pour faire référence aux neuromythes, ce qui met en évidence cette nuance selon laquelle un neuromythe n'est pas nécessairement une idée ayant été démontrée fautive. Néanmoins, certains neuromythes ont fait l'objet de vérification scientifique et ont été démentis, comme celui selon lequel nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau (Geake, 2008). Ainsi, certains auteurs explicitent ces deux possibilités en définissant les neuromythes comme étant des croyances « *non vérifiées ou fausses* sur le fonctionnement cérébral » (Tardif et Doudin, 2011, p. 100).

Différents auteurs utilisent également les termes « misconception about the brain » (Dekker *et al.*, 2012; OECD, 2002), ou « conception erronée à propos du fonctionnement du cerveau » (Pasquinelli, 2012, p. 89, traduction libre). Le concept de *conception erronée*, de *fausse conception* ou encore de *conception fréquente* est présent dans différents domaines, notamment en didactique des sciences pour faire référence à des idées non scientifiques qu'ont les élèves à propos de différents phénomènes naturels, par exemple en électricité ou en astronomie (Masson, 2015). Plusieurs termes sont utilisés par divers auteurs pour identifier ces croyances : *conceptions naïves* (Babai et Amsterdamer, 2008), *préconceptions* (Lee et Byun, 2011), *conceptions erronées* (Toussaint, 2002), *conceptions intuitives* (Babai, Sekal et Stavy, 2010) ou encore *conceptions alternatives* (Planinic *et al.*, 2006). Ces conceptions constitueraient souvent des croyances intuitives, non confirmées par la science, tentant d'expliquer certains phénomènes naturels à partir d'expériences personnelles incluant l'observation ou les perceptions, desquelles les enseignants ne seraient pas non plus à l'abri, adhérant

souvent aux mêmes fausses conceptions que leurs élèves (Wandersee *et al.*, 1994). Ces croyances erronées, ou du moins imparfaites, sont reconnues pour être tenaces et résistantes au changement (Astolfi *et al.*, 2006). Une fausse conception signifie donc une compréhension vague, imparfaite ou erronée d'un concept ou d'une idée. Dans cette optique, un neuromythe s'apparente à une fausse conception puisqu'il réfère à une croyance non vérifiée empiriquement relative au domaine des neurosciences.

Ces caractéristiques amènent à faire le parallèle avec la *légende urbaine*. Ce concept s'approche de celui de neuromythe notamment par le fait qu'ils réfèrent tous deux à une croyance largement répandue (Pasquinelli, 2012; Howard-Jones, 2014; Renard, 2006). Un exemple de légende urbaine est que le taureau serait particulièrement excité par la couleur rouge, ce qui n'est pas le cas (http://ici.radio-canada.ca/emissions/le_15_18/2014-2015/chronique.asp?idChronique=379255). Par ailleurs, la légende urbaine se définit par un « récit anonyme, présentant de multiples variantes, de forme brève, au contenu surprenant, raconté comme vrai et récent dans un milieu social dont il exprime de manière symbolique les peurs et les aspirations » (Renard, 2006, p. 4). Baillargeon (2013) les caractérise pour sa part d'« histoires qui sont typiquement contées comme si elles étaient arrivées à quelqu'un de proche de la personne qui vous la raconte – ce qui les auréolerait d'emblée d'une certaine crédibilité » (p. 12), et dont le sujet ou le dénouement est étrange, intrigant ou étonnant. Il affirme aussi que ces histoires, malgré qu'elles soient fort probablement fausses, sont toutefois racontées, tenues pour vraies et que « [...] si elles circulent à ce point, c'est qu'elles expriment, le plus souvent, des peurs, des angoisses ou encore des fixations collectives » (p. 12).

En ce sens, les neuromythes sont influencés par différents biais de la cognition humaine, possédant ainsi la caractéristique de refléter les désirs et les angoisses des êtres humains (Pasquinelli, 2012). Selon Pasquinelli (2015b), les neuromythes constitueraient notamment des « idées irréalistes, non fondées sur les faits, que nos

propres intuitions, craintes et espoirs contribuent à renforcer » (p. 9). Baillargeon (2013) ajoute aussi que certaines de ces croyances peuvent être renforcées par leur aspect particulièrement rassurant ou séduisant. En effet, il peut par exemple être tentant d'adhérer à l'idée que de simples et courts exercices de coordination motrice puissent améliorer considérablement nos fonctions cognitives, ou encore qu'il soit possible de développer les 90 % inutilisés de notre cerveau.

Ces biais cognitifs font également en sorte que les neuromythes sont attrayants, ou séduisants, par leur référence aux neurosciences. Les études de Weisberg *et al.* (2007, 2015), citées dans le chapitre I, ont démontré que les individus – non-experts en neurosciences – jugent plus crédibles les explications qui font référence au cerveau que celles qui ne le font pas, même si l'explication évoquant les neurosciences est impertinente ou sans importance. Ils sont arrivés à cette conclusion en demandant à leurs participants de juger si, selon eux, des explications psychologiques étaient véridiques. Les participants arrivaient généralement à identifier les explications erronées, excepté dans le cas où elles évoquaient les neurosciences.

Pour introduire ce phénomène en éducation, certains auteurs affinent leur définition de neuromythes en précisant qu'il s'agit de conceptions erronées sur le fonctionnement cérébral « et son rôle dans l'apprentissage » (Tardif et Doudin, 2011, p. 100). De son côté, Baillargeon (2013) fait le parallèle entre les légendes urbaines et les *légendes pédagogiques* – incluant les neuromythes – qui, circulant largement, sont également « données pour vraies, sont le plus souvent fausses ou du moins, à l'examen, dénuées de plausibilité conceptuelle ou d'une solide base scientifique » (p. 13). Il souligne que ces croyances peuvent paraître attrayantes pour les enseignants, car, non seulement elles sont rassurantes, mais offrent souvent des solutions faciles aux nombreux défis rencontrés en milieu scolaire.

Les êtres humains seraient donc séduits par les neuromythes à la fois parce qu'ils combleraient leurs espoirs et confirmeraient leurs intuitions, par l'effet de crédibilité que leur apportent les neurosciences ainsi que par leur réponse à certains besoins.

Cependant, la littérature actuelle soulève également qu'en plus de provenir de certains biais cognitifs, les neuromythes naissent souvent de résultats de recherche mal interprétés (Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). Plusieurs appellations font en ce sens référence à de mauvaises compréhensions ou interprétations de résultats expérimentaux : « misunderstanding about brain function and development » (Howard-Jones, 2014), ou encore « misinterpretations regarding neuroscientific facts » (Tardif *et al.*, 2015). Pasquinelli (2015b) ajoute qu'un neuromythe peut découler de « [...] simplifications excessives, (de) distorsions des résultats expérimentaux et de leurs interprétations, (ou de) mécompréhensions [...] » (p. 9). Pour sa part, Baillargeon (2013) spécifie qu'il s'agit de croyances qui invoquent de façon excessive, « à tort, partialement ou fallacieusement, des résultats réels ou allégués des sciences cognitives et des neurosciences » (p. 14). Effectivement, les neuromythes proviendraient souvent de lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique, effectuées sciemment ou non (Howard-Jones, 2014; Masson, 2015; Pasquinelli, 2012). Ainsi, certains auteurs accentuent cette caractéristique selon laquelle une idée « constitue un neuromythe dans la mesure où l'on prétend que cette approche est basée sur des recherches en neurosciences, lesquelles sont, à notre connaissance, inexistantes » (Tardif et Doudin, 2011, p. 104).

Par ailleurs, avant de présenter la définition de neuromythe qui sera retenue pour ce mémoire, il importe de jeter un coup d'œil aux définitions plus vastes. Plusieurs définitions du terme *neuromythe* mettent évidemment l'accent sur le fait qu'il s'agit de croyances liées au cerveau et à son fonctionnement (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). Par contre, on retrouve parfois des définitions plus larges qui incluent aussi une référence au fonctionnement de « l'esprit » ou de la

pensée : « misconceptions about the mind and brain » (OECD, 2002). Il semble donc pertinent de s'attarder à délimiter ce qui relève d'un neuromythe de ce qui relève d'un simple mythe, car la distinction entre les deux n'est pas toujours évidente. Par exemple, des études en psychologie ont été réalisées au sujet de *psychomythes* présents chez les étudiants universitaires en psychologie. Les psychomythes seraient de « fausses conceptions concernant le comportement humain » (Taylor et Kowalski, 2004, p. 16, traduction libre). Néanmoins, on retrouve parmi ces psychomythes le mythe selon lequel les individus n'utilisent que 10 % de leur cerveau (Standing et Huber, 2003), et celui qui affirme que de faire écouter du Mozart à des nouveau-nés fait augmenter leur intelligence (Kowalski et Taylor, 2009). Ces deux exemples étant souvent cités dans la littérature portant sur les neuromythes (OCDE, 2007; Pasquinelli, 2012), il importe d'explicitier la définition qui sera adoptée dans le cadre de ce mémoire, à savoir ce que nous considérerons qu'un neuromythe inclut et n'inclut pas.

2.1.2 Définition retenue

Considérant qu'un neuromythe constitue d'abord un mythe, qui s'apparente à une conception erronée sur un sujet donné, mais aussi à toutes sortes de croyances tentant de fournir une explication notamment rassurante à un phénomène, le terme *croyance*, plutôt large, sera utilisé pour définir le terme *neuromythe*. Ce choix se justifie également par le fait que cette recherche étudie les neuromythes *en éducation*. Ce contexte fait en sorte que ces mythes sont souvent reliés à des approches pédagogiques prétendument basées sur le fonctionnement cérébral plutôt que seulement à des concepts concernant précisément le fonctionnement du cerveau. Bien qu'il puisse poser d'autres problèmes, le terme *croyance* apparaît être le plus approprié, puisqu'il est plutôt inclusif.

Un neuromythe peut aussi être une idée fautive, ayant été discréditée par certaines recherches empiriques. Cependant, ce n'est pas toujours le cas puisque un neuromythe est parfois simplement non appuyé ou non vérifié par la recherche scientifique. Toutefois, une leçon majeure de l'épistémologie contemporaine renvoie à l'idée que la certitude n'est pas nécessaire à la connaissance (Chevarie-Cossette, 2016). En d'autres mots, l'absence de « preuves » de la valeur scientifique d'une croyance nous permet d'inférer de façon raisonnable qu'elle n'en possède peu ou pas, jusqu'à preuve du contraire.

Par ailleurs, la référence au cerveau évoquée par un neuromythe est parfois très explicite (p. ex. : nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau), parfois plus implicite (p. ex. : les styles d'apprentissage sous-entendent que le cerveau serait optimisé pour recevoir l'information selon un style d'apprentissage particulier) et certains neuromythes sont parfois qualifiés de psychomythes, et vice-versa. Une définition plutôt large est donc adoptée ici, puisque nous considérons qu'un neuromythe peut posséder l'ensemble de ces caractéristiques. Dans le cadre de ce mémoire, une croyance sera considérée comme un neuromythe dans la mesure où elle fait indûment référence au cerveau, de façon implicite ou explicite.

Cinq neuromythes ont été étudiés dans le cadre de ce mémoire et sont présentés à la section suivante. À la lumière de l'analyse conceptuelle du terme *neuromythe* présentée ci-haut, pour qu'un neuromythe soit sélectionné, il devait respecter les critères de sélection suivants :

- Représenter une croyance erronée ou, à notre connaissance, non appuyée par la recherche scientifique;
- Faire indûment référence au fonctionnement cérébral de façon implicite ou explicite;

- Être lié de près ou de loin à des approches pédagogiques pouvant avoir un impact négatif sur l'enseignement et les élèves;
- Être soutenu (c'est-à-dire avoir été qualifié de neuromythe) par au moins 3 articles scientifiques, validés par la dynamique « peer-reviewed ».

Comme il a été mentionné, un neuromythe doit également constituer une croyance minimalement répandue. Plutôt que de fixer un seuil minimal de prévalence comme critère de sélection, nous jugeons qu'une croyance est suffisamment répandue pour être qualifiée de neuromythe si elle a été qualifiée ainsi par minimalement trois articles scientifiques.

La définition du terme *neuromythe* dans un cadre éducatif qui est retenue ici est donc la suivante : *Croyance répandue, mais erronée ou non appuyée par des études scientifiques suffisamment crédibles, à propos du fonctionnement cérébral et son rôle en éducation.*

2.1.3 Exemples de neuromythes fréquents chez les enseignants

Afin de bien cerner la nature de cette définition et ses applications concrètes, une explication détaillée de chaque neuromythe étudié dans le cadre de cette recherche est présentée ici. Cependant, avant de démystifier les mythes fréquents que l'on retrouve en éducation, il importe de s'attarder aux risques d'une telle réfutation. Comme le précise Pasquinelli (2015b), lorsque l'on démystifie un mythe, « on court le risque de tomber dans le mythe opposé : en s'efforçant d'apporter des arguments "contre", on se retrouve à faire des affirmations trop nettes, à faire preuve de trop d'assurance. Et cela tout en se tenant à un niveau dangereux de généralité » (p. 11). Ces neuromythes seront donc examinés ici à partir des faits issus de la recherche en neurosciences de la façon la plus exacte possible, tout en les vulgarisant par souci de clarté et de concision. Il est

à noter que les trois premiers neuromythes présentent de fortes ressemblances, abordant chacun une sorte de catégorisation des élèves. Il serait intéressant d'investiguer cette question dans le futur, à savoir s'ils ne représentent en fait qu'une matérialisation d'un mythe plus général. Toutefois, ces idées ayant été étudiées de façon indépendante dans la littérature, elles sont ici également abordées individuellement.

2.1.3.1 Neuromythe 1 : Les élèves apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent l'information selon leur style d'apprentissage préféré, parmi les styles auditif, visuel et kinesthésique

Un neuromythe fort prévalent en éducation est celui selon lequel les élèves apprendraient mieux lorsqu'ils reçoivent l'information dans leur style d'apprentissage favori (par exemple les styles visuel, auditif ou kinesthésique) et qu'il serait donc pertinent d'adapter son enseignement en fonction de ces styles d'apprentissage (Dekker *et al.*, 2012; Geake, 2008; Krätzig et Arbuthnott, 2006). L'idée implicite à cette théorie est que le cerveau serait optimisé pour recevoir et traiter l'information selon une modalité précise, pour chaque individu (Geake, 2008; Masson, 2015). De nombreux modèles de ces styles existent; une revue de la littérature de Coffield *et al.* en 2004 en dénombre 71, sans spécifier que cette liste est exhaustive. Le modèle le plus connu reste les styles visuel, auditif et kinesthésique (VAK). Selon cette théorie, il serait bénéfique d'évaluer les styles d'apprentissage des élèves et de leur enseigner selon leur préférence de modalité. Une véritable industrie s'est d'ailleurs développée pour fournir des outils d'évaluation des styles d'apprentissage ainsi que des guides et des formations qui sont ensuite vendus aux écoles et aux enseignants (Kirschner et van Merriënboer, 2013; Pashler *et al.*, 2009). De nombreuses ressources suggèrent donc non seulement de classer les élèves selon leur style d'apprentissage, mais proposent également des programmes pédagogiques adaptés à chacun de ces styles (voir par exemple www.learningstyles.net).

L'hypothèse la plus commune concernant ce neuromythe est celle selon laquelle pour un élève visuel, par exemple, il serait nécessaire de mettre l'emphasis sur la présentation visuelle des informations (Krätzig et Arbuthnott, 2006; Pashler *et al.*, 2009) ou que les enregistrements audio seraient préférablement pour les élèves auditifs qui ont besoin de sons pour apprendre (Dunn et Dunn, 1979). Cette théorie provient de Dunn et Dunn qui affirment en 1979 que les individus diffèrent significativement notamment dans leur façon de se concentrer et de retenir la nouvelle information et qu'il est ainsi important d'adapter son *style d'enseignement* au *style d'apprentissage* des élèves. Ils suggèrent, par exemple, d'enseigner à un petit groupe d'élèves selon leur style pendant que les autres élèves travaillent en silence en petits groupes dans différents coins de la classe.

Cette théorie est attrayante notamment parce qu'elle promeut l'idée que chacun est unique et a le potentiel d'apprendre, si l'enseignement est adapté au style qui lui convient (Landrum et McDuffie, 2010; Reiner et Willingham, 2010; Pashler *et al.*, 2009). Récemment, une emphase grandissante sur la différenciation de l'enseignement peut d'ailleurs avoir augmenté la tendance des enseignants à voir les styles d'apprentissage comme une variable pertinente lorsque l'on veut individualiser l'enseignement dans les classes hétérogènes de plus en plus nombreuses (Landrum et McDuffie, 2010). Certains termes ont également pu semer la confusion (Curry, 1990; Landrum et McDuffie, 2010); la différenciation implique l'effort de rejoindre les besoins de tous les élèves en se concentrant sur leur *profil* d'apprentissage, notamment leurs forces et faiblesses, ce qui a pu être confondu avec les *styles* d'apprentissage, dont l'approche suggérée diffère de celle de la différenciation (Landrum et McDuffie, 2010).

Deux affirmations sont soutenues par cette théorie : l'existence de *préférences* pour une modalité (p. ex. : visuel, auditif, kinesthésique) et le fait que *d'adapter l'enseignement* à cette préférence *améliore* l'apprentissage. La première est

généralement acceptée par la communauté scientifique, puisqu'en effet, si l'on demande à des individus laquelle des modalités ils préfèrent, ils auront souvent une préférence pour la façon dont l'information leur est présentée, bien que celle-ci soit parfois partagée entre deux ou trois modalités (Kirschner et van Merriënboer, 2013; Reiner et Willingham, 2010). En effet, ces différences de préférence sont ordinales plutôt que nominales : un individu peut porter un intérêt supérieur pour l'information visuelle plutôt qu'auditive, mais on ne peut le classer catégoriquement dans la case « individu visuel » (Kirschner et van Merriënboer, 2013).

La deuxième affirmation a fait l'objet de plusieurs recherches scientifiques : pour qu'elle soit confirmée, il est nécessaire de grouper des individus selon leur préférence de modalité, puis de leur enseigner un contenu à l'aide de l'une de ces modalités (p. ex. : présentation visuelle de l'information ou du matériel, autant que possible). Mentionnons que tous les individus doivent effectuer le même test. Pour démontrer qu'un enseignement optimal nécessite qu'il soit adapté au style des apprenants, les individus dont l'enseignement était adapté à leur modalité favorite (p. ex. : « style » visuel et enseignement visuel) doivent significativement mieux performer au test que ceux dont celui-ci différerait de leur préférence (p. ex. : « style » visuel et enseignement auditif). Pashler *et al.* ont, en 2009, effectué une revue de la littérature à ce sujet. Ils rapportent que bien que la littérature au sujet des styles d'apprentissage soit importante, très peu d'études ont utilisé une méthodologie expérimentale qui serait en mesure de tester la validité de cette théorie, et celles qui l'ont fait ne sont pas arrivées à lui fournir un support scientifique, certaines allant jusqu'à la contredire. La littérature scientifique au sujet des styles d'apprentissage tire donc la conclusion que, bien que les élèves puissent avoir des *préférences* liées à un mode d'apprentissage particulier, le fait d'*enseigner* en fonction de ces préférences ne favorise pas un meilleur apprentissage (Krätzig et Arbuthnott, 2006; Landrum et McDuffie, 2010; Pashler *et al.*, 2009; Reiner et Willingham, 2010).

Il est toutefois nécessaire de rester prudent : les 71 modèles de styles d'apprentissage recensés par Coffield *et al.* (2004) n'ont pas tous fait l'objet d'études scientifiques, il serait donc hâtif de conclure qu'aucun de ces modèles n'est valide. Au niveau pratique, cette conclusion ne signifie pas non plus qu'il ne faille pas tenir compte des différences individuelles des élèves dans l'enseignement (Reiner et Willingham, 2010) : tous ne peuvent effectivement pas apprendre de la même façon dans toutes les situations (Krätzig et Arbuthnott, 2006). Il est important de saisir la différence entre la considération de chacun comme individu unique et différent des autres et le fait que d'adapter la présentation de l'information à un *style d'apprentissage* améliore l'apprentissage. Les individus diffèrent sur plusieurs points, notamment leurs intérêts, leur attention, leurs connaissances antérieures, et ces différences influencent l'apprentissage (Reiner et Willingham, 2010). Varier et différencier l'enseignement reste désirable; il est probable que les individus apprennent plus efficacement par la combinaison de *plusieurs* modalités et dans plusieurs situations tout en variant leurs stratégies d'apprentissage dépendamment du contexte et du contenu à apprendre, plutôt que par un style d'apprentissage précis (Krätzig et Arbuthnott, 2006). Somme toute, la recherche actuelle suggère donc que le temps et l'énergie consacrés à enseigner selon la théorie des styles d'apprentissage seraient mieux investis dans des méthodes qui ont fait leurs preuves (Landrum et McDuffie, 2010; Pashler *et al.*, 2009; Reiner et Willingham, 2010; Newton, 2015).

2.1.3.2 Neuromythe 2 : Les élèves possèdent un profil d'intelligence prédominant, par exemple logico-mathématique, musicale, interpersonnelle, dont il faut tenir compte dans l'enseignement

Le neuromythe lié aux intelligences multiples présente des ressemblances avec celui des styles d'apprentissage, mais réfère à la théorie élaborée par Howard Gardner présentée dans le livre *Frames of Mind* en 1983. Cette théorie stipule que différents

types d'intelligences existent, qu'elles sont indépendantes les unes des autres et qu'elles peuvent servir de base pour améliorer les pratiques pédagogiques (Gardner, 1998; Visser *et al.*, 2006; Geake, 2008; Willingham, 2004). Son auteur soutient également que chaque intelligence opère à partir d'une région différente du cerveau (Waterhouse, 2006b) et traite différents types d'information d'une façon différente des autres intelligences (Gardner, 2006). Il adopte également sa propre définition de l'intelligence qu'il définit comme la capacité à résoudre des problèmes et à créer des produits qui ont une valeur culturelle (Visser *et al.*, 2006a). Au départ, Gardner propose sept types d'intelligences : linguistique, spatiale, logico-mathématique, interpersonnelle, intrapersonnelle, kinesthésique et musicale. Il y ajoute l'intelligence naturaliste en 1999 et affirme qu'une intelligence existentielle pourrait exister (Visser *et al.*, 2006). Gardner a sélectionné ses intelligences sur la base de huit critères, dont *détenir une histoire développementale distincte et l'existence de prodiges et individus exceptionnels* (Gardner, 1998; Visser *et al.*, 2006a).

Comme la théorie des styles d'apprentissage, l'idée centrale des implications de cette théorie pour l'éducation est que chaque élève est différent et qu'il est important d'utiliser les « portes d'entrée » adaptée à chacun pour allumer sa curiosité (Willingham, 2004). Cette théorie est très bien reçue par les enseignants, puisqu'elle suppose que chaque élève peut être « intelligent » d'une certaine façon. Par exemple, si un élève est faible en mathématiques, il pourrait tout de même avoir un autre type d'intelligence très développé. Elle favorise donc une vision plus égalitaire de l'intelligence et appuie l'intuition selon laquelle chaque enfant apprend différemment (Furnham, 2009). Elle offre également aux enseignants des solutions rapides à des problèmes complexes, ce qui ajoute à son attrait (Furnham, 2009).

Gardner (1998) affirme que sa théorie est entièrement basée sur des preuves empiriques. Peu d'études ont été effectuées pour tenter de vérifier la validité de cette théorie, car déjà, la question de la mesure des intelligences et des résultats requis pour

confirmer la théorie pose problème (Furnham, 2009; Willingham, 2004). Certaines études ont tout de même tenté de le faire; leurs résultats n'ont pas été en mesure de valider la théorie (Visser *et al.*, 2006a; Geake, 2008; Willingham, 2004). Par exemple, l'étude de Visser *et al.* (2006a) a administré des tests d'habiletés spécifiques en lien avec les intelligences de Gardner et des tests d'intelligence générale standardisés à leurs participants. De façon générale, on observe que, bien que les résultats démontrent une cohérence entre les habiletés du même domaine, les domaines sont généralement liés à une intelligence générale, ce qui va à l'encontre d'une théorie décrivant huit intelligences indépendantes. L'une des seules autres études à ce sujet a été conduite par une collaboratrice de longue date de Gardner et les résultats de cette étude sont difficiles à interpréter, car plusieurs facteurs ont créé des interférences (Willingham, 2004). Ainsi, la communauté scientifique soutient qu'il n'existe aucune preuve empirique validant cette théorie (Furnham, 2009; Visser *et al.*, 2006a, 2006b; Waterhouse, 2006a, 2006b; Willingham, 2004). En fait, les quelques données obtenues à ce sujet par l'étude de Visser *et al.* (2006) invalident plutôt la proposition de Gardner.

De plus, comme le souligne Willingham (2004), non seulement les critères de sélection fixés par Gardner sont peu rigoureux, mais il n'exige d'une intelligence qu'elle n'en satisfasse qu'une majorité, c'est-à-dire qu'une habileté peut être qualifiée d'intelligence même si elle ne satisfait pas aux huit critères (Gardner, 1998). Gardner lui-même admet également que ses critères sont flexibles et que certaines intelligences ont été sélectionnées sans satisfaire aux huit critères parce qu'elles semblaient prometteuses, tout comme d'autres, satisfaisant aux huit critères, ont été écartées parce qu'elles n'étaient pas valorisées dans certaines cultures (p. ex. : la reconnaissance des visages) (Visser *et al.*, 2006a). Il reconnaît également que le terme *intelligence* a été choisi délibérément, mais ajoute que sa théorie n'aurait pas eu toute cette attention s'il avait choisi les termes *talent* ou *don* (Visser *et al.*, 2006a). Effectivement, en faisant abstraction du terme *intelligence*, on constate que la théorie ne fait qu'affirmer que chaque élève a un profil d'habiletés propre et des talents différents et qu'il faille en

tenir compte dans l'enseignement. Ces habiletés et talents ont simplement été renommés *intelligences* (Willingham, 2004). Gardner réplique qu'il serait donc nécessaire de tous les nommer *talents*; il est seulement d'avis que les habiletés linguistiques ou mathématiques ne devraient pas être plus glorifiées que les autres (Gardner, 1998; Willingham, 2004). Néanmoins, en 2016, Gardner écrit qu'à l'heure actuelle, sa théorie n'est plus valide et qu'il ne croit plus à sa liste initiale d'intelligences : « I readily admit that the theory is no longer current [...] I am no longer wedded to the particular list of intelligences that I initially developed. » (pp. 169-170)

La théorie des intelligences multiples n'apporte donc rien de nouveau : les enseignants savent que les élèves ont des forces et intérêts différents et qu'il est important d'en tenir compte. Toutefois, les applications liées à la théorie des intelligences multiples en éducation ne garantissent pas qu'elles favoriseront quoi que ce soit, puisqu'il n'existe pas de données solides sur leurs effets (Willingham, 2004; Geake, 2008). Il est donc également suggéré aux enseignants d'investir leur temps et énergie sur d'autres méthodes (Willingham, 2004; Furnham, 2009). Pour sa part, Hattie (2012) écrit que bien qu'il soit souhaitable de posséder un répertoire de multiples méthodes d'enseignement, il n'est pas nécessaire, à la lumière de la littérature scientifique, de classer les élèves selon leur type « d'intelligence ».

2.1.3.3 Neuromythe 3 : Des différences entre les élèves dont le cerveau gauche est dominant et ceux dont le cerveau droit est dominant peuvent aider à expliquer des différences d'apprentissage observées chez les élèves

Dans cette même optique de catégorisation des élèves, un autre neuromythe répandu soutient que certains élèves seraient davantage *cerveau gauche* et d'autres *cerveau*

droit et que cela pourrait expliquer les différences d'apprentissage entre les individus (Alferink et Farmer-Dougan, 2010; Dekker *et al.*, 2012; Geake, 2008; Pasquinelli, 2012). Selon cette croyance, les élèves de type *cerveau droit* seraient plus créatifs, intuitifs et performeraient mieux dans les tâches visuo-spatiales (Kalbfleisch, 2013), alors que les élèves *cerveau gauche* seraient plus rationnels et analytiques et performeraient davantage dans les tâches logico-mathématiques (OCDE, 2007). Comme pour les deux neuromythes précédents, cette théorie affirme qu'il serait ainsi bénéfique d'adapter l'enseignement au profil de chaque élève, soit ici à cette dominance hémisphérique, pour favoriser une meilleure compatibilité avec le fonctionnement du cerveau (Geake, 2008; Masson, 2015).

Ce mythe proviendrait de résultats de recherche en neurosciences ayant été déformés ou mal interprétés (Geake, 2008; Kalbfleisch, 2013; Masson, 2015; Nielsen *et al.*, 2013). En effet, on a d'abord constaté que les patients dont le corps calleux (la partie du cerveau reliant les deux hémisphères) avait été sectionné arrivaient tout de même à traiter différents types d'information séparément, à l'intérieur de chaque hémisphère. Toutefois, un traitement de l'information indépendant dans chaque hémisphère ne représente pas le fonctionnement normal du cerveau, et n'est pas non plus optimal (Geake, 2008). Ensuite, de nombreuses études rapportent que certaines fonctions cognitives, par exemple les compétences langagières ou les processus visuo-spatiaux, se situent principalement dans un hémisphère chez la majorité des individus (Geake, 2008; Nielsen *et al.*, 2013). Cette idée de latéralisation aurait possiblement été à l'origine de l'hypothèse selon laquelle les individus auraient un cerveau gauche dominant ou un cerveau droit dominant, basée sur leurs traits de personnalité et leurs stratégies cognitives (Nielsen *et al.*, 2013). Le cerveau gauche a donc été associé à une approche logique et méthodique tandis que le droit à une approche plus créative, fluide et intuitive.

Toutefois, même si l'imagerie cérébrale montre des activations plus ou moins fortes dans certaines régions lors de tâches spécifiques, penser implique la coordination des deux hémisphères, le traitement de l'information passant de l'un à l'autre pour arriver à trouver des solutions pratiques aux problèmes rencontrés (Geake, 2008). Les deux hémisphères sont donc généralement actifs durant le traitement de l'information, mais à des degrés différents (Kalbfleisch, 2013). Il a également été démontré que non seulement les deux hémisphères coopèrent la plupart du temps, mais que cette coopération est souhaitable : en effet, des études rapportent que les individus qui présentaient une plus forte coopération entre les deux hémisphères réussissaient mieux les tâches proposées (Kalbfleisch, 2013). La performance dans différentes tâches cognitives est donc associée à une plus forte coopération hémisphérique durant le traitement des informations (Geake, 2008; Kalbfleisch, 2013).

Ainsi, bien que plusieurs études rapportent des asymétries hémisphériques durant certaines tâches, ces différences ne sont pas non plus suffisamment prononcées pour être considérées comme une dominance hémisphérique (Kalbfleisch, 2013). Nielsen *et al.* (2013) ont d'ailleurs analysé les données de neuroimagerie de 1011 individus âgés entre 7 et 29 ans et concluent que l'hypothèse selon laquelle certains élèves présenteraient une dominance hémisphérique de façon générale n'est pas appuyée par la recherche. Évidemment, les élèves ont souvent des compétences plus marquées pour certains domaines plutôt que d'autres, certains sont plus créatifs qu'analytiques et vice-versa. Cependant, rien ne permet d'affirmer qu'il existe deux types de cerveau différents et que les différences dans les traits de personnalité seraient associées à une dominance hémisphérique gauche ou droite, qui nécessiteraient des méthodes d'enseignement adaptées à chacun.

2.1.3.4 Neuromythe 4 : De courts exercices de coordination, comme toucher sa cheville gauche avec sa main droite et vice-versa, peuvent améliorer la communication entre les deux hémisphères du cerveau

Un autre neuromythe renvoie à l'idée selon laquelle de courts exercices de coordination, par exemple celui de toucher sa cheville gauche avec sa main droite et vice-versa, favoriseraient notamment l'intégration des fonctions cérébrales des hémisphères gauche et droit du cerveau (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014; Hyatt, 2007). Certaines compagnies commerciales vantent les mérites de programmes d'exercices moteurs qui se disent basés sur le fonctionnement du cerveau. L'entreprise *Brain Gym® International* est l'une d'elles et affirme que son programme comprenant 26 activités de ce genre permettrait d'améliorer de façon « spectaculaire » plusieurs fonctions cognitives ainsi que les résultats scolaires. Elle promet notamment à ses utilisateurs qu'ils pourront tout apprendre plus rapidement et facilement, qu'ils performeront mieux dans les sports, surmonteront les obstacles à l'apprentissage et arriveront à terminer leurs projets facilement. L'entreprise affirme également que tout son programme repose sur une solide base scientifique (Spaulding *et al.*, 2010). *Brain Gym®* propose notamment de masser des endroits précis sur le corps, des sortes de « boutons cérébraux », pour activer certaines régions du cerveau (Stephenson, 2009), ou encore de boire de l'eau (Hyatt, 2007).

Paul Dennison aurait fondé cette entreprise dans le but d'aider les élèves rencontrant des difficultés d'apprentissage et aurait tenté de mieux comprendre les processus d'apprentissage et ce qui les inhibe (Spaulding *et al.*, 2010). En affirmant s'appuyer sur des recherches empiriques en neurosciences (*Ibid*), *Brain Gym®* stipule donc que les difficultés d'apprentissage surviennent lorsque différentes régions du cerveau ne sont pas en coordination et qu'il faut ainsi rééduquer le cerveau et le corps, notamment en effectuant certains mouvements bien précis (Hyatt, 2007). Ce programme s'inspire notamment de la méthode Doman-Delacato, qui soutient qu'un manque de

développement de certaines habiletés à un certain stade de développement peut causer des difficultés à un stade ultérieur, et que certaines manipulations peuvent « reprogrammer » rétroactivement les réseaux neuronaux (Hyatt, 2007; Spaulding *et al.*, 2010). Cela permettrait à l'enfant de devenir « neurologiquement intact et prêt à acquérir des compétences académiques » (Hyatt, 2007, p. 118, traduction libre). Bien avant la naissance de *Brain Gym® International*, plusieurs recherches ont démontré que cette théorie de « reprogrammation neurologique » était inefficace (Hyatt, 2007).

Spaulding *et al.* (2010) et Hyatt (2007) ont investigué les recommandations de *Brain Gym® International* et révisé la littérature scientifique à ce sujet. Ils en concluent d'une part que les hypothèses théoriques sur lesquelles ce programme s'appuie ont été invalidées par la recherche il y a longtemps (Spaulding *et al.*, 2010), et d'autre part qu'aucune recherche empirique de qualité sur l'efficacité du programme *Brain Gym®* n'appuie ses prétentions (Hyatt, 2007). En effet, la majorité des études effectuées à ce sujet ont été publiées dans le *Brain Gym® Journal* ou le *Brain Gym® Magazine*, tandis que les autres contiennent de sérieux biais méthodologiques ou n'ont pas été publiées dans des revues scientifiques (Hyatt, 2007). *Brain Gym® International* admet même que la preuve principale supportant son programme provient d'anecdotes rapportées depuis 1986 (Spaulding *et al.*, 2010).

Malgré le manque de preuves de l'efficacité de *Brain Gym®*, cette entreprise est répandue dans de nombreux pays, offre de nombreuses formations et consultations coûteuses et son programme est utilisé dans des milliers d'écoles à travers le monde (Spaulding *et al.*, 2010). Les enseignants sont d'ailleurs très attirés par ce programme « clés en main » (Hyatt, 2007). Il importe toutefois de faire la distinction entre les effets de courts exercices de coordination et ceux de l'activité physique sur l'apprentissage. La recherche a effectivement démontré qu'un effort physique *suffisamment soutenu* (c'est-à-dire d'une intensité, durée et fréquence suffisantes) peut améliorer certaines capacités cognitives et cérébrales des individus (Chaddock-Heyman *et al.*, 2013;

Kramer et Erickson, 2007; Masson, 2015). Il est aussi possible que ce type d'exercices de coordination ait un effet quelconque sur une autre variable que le cerveau et l'apprentissage, qui n'aurait pas été étudiée jusqu'à maintenant; les recherches rapportées ici soutiennent principalement qu'ils sont inefficaces pour améliorer les fonctions cognitives des individus. Pour conclure, puisque l'efficacité d'exercices de coordination du type *Brain Gym*® n'a pas démontré de support scientifique de qualité, il semble peu judicieux d'investir temps et argent dans les programmes de ce genre.

2.1.3.5 Neuromythe 5 : Nous utilisons environ 10 % de notre cerveau

Enfin, un neuromythe connu consiste à croire que nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau (Dekker *et al.*, 2012; Geake, 2008; OCDE, 2007). L'origine de cette idée est méconnue, mais il est possible qu'elle provienne d'un psychologue américain, autour des années 1900, qui aurait avancé que les individus n'exploitent en moyenne que très peu de leur potentiel (Beyerstein, 2004). Cette idée se serait métamorphosée en *10 % du potentiel* puis en *10 % du cerveau* (Beyerstein, 2004). Plus tard, en 1920, Albert Einstein aurait employé cette métaphore pour inciter les gens à réfléchir davantage, ce qui lui aurait apporté une vague de crédibilité (Geake, 2008).

De nombreux films et publicités de produits soulignant la possibilité d'accéder aux 90 % inutilisés se sont ensuite appuyés sur cette idée fascinante selon laquelle il serait possible de développer les « pouvoirs cachés » de notre cerveau (Pasquinelli, 2015b). En éducation, il peut être attrayant de penser pouvoir développer chez les élèves des régions de leur cerveau qui ont été jusqu'alors inutilisées : ils auraient donc une capacité d'apprentissage beaucoup plus grande que ce que l'on croit et pourraient ainsi peut-être réussir mieux qu'ils ne l'ont fait jusqu'à présent (Geake, 2008).

Or, les recherches réalisées en neurosciences ont démenti cette croyance (Beyerstein, 2004; Geake, 2008; Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). Au contraire, une grande proportion du cerveau est mobilisée la plupart du temps, même lorsqu'il s'agit d'effectuer des actions très simples (Beyerstein, 2004). Geake (2008) soutient également que si seulement 10 % du cerveau étaient utilisés, les êtres humains seraient dans un état végétatif s'approchant de la mort. Beyerstein (2004) explique que l'évolution a fourni au cerveau humain autant de neurones pour assurer sa plasticité et pour lui permettre d'être toujours en état d'alerte. Il ajoute que pour aucun organe du corps humain, l'évolution n'a créé d'excès. Il serait bien surprenant qu'elle en ait créé un pour le cerveau, particulièrement un excès de 90 % (Beyerstein, 2004). Somme toute, il en ressort qu'aucune région inutilisée du cerveau n'a été découverte parmi toutes les recherches effectuées en neurosciences (Beyerstein, 2004).

Le tableau 2.1 présente une synthèse de ces exemples de neuromythes et les conceptions scientifiques y étant associées, c'est-à-dire les conceptions conformes à la littérature scientifique à ce sujet.

Tableau 2.1 Neuromythes et conceptions scientifiques

Neuromythes	Conceptions scientifiques
Styles d'apprentissage	
Les élèves apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent l'information selon leur style d'apprentissage préféré, parmi les styles auditif, visuel et kinesthésique.	Les individus peuvent manifester une <i>préférence</i> pour une modalité d'apprentissage, mais le fait <i>d'enseigner</i> en fonction de ces préférences ne favorise pas un meilleur apprentissage. Tenir compte des différences individuelles dans l'enseignement est souhaitable, mais pas sur la base des styles d'apprentissage.
Intelligences multiples	
Les élèves possèdent un profil d'intelligence prédominant, par exemple logico-mathématique, musicale, interpersonnelle, dont il faut tenir compte dans l'enseignement.	Les résultats de recherche actuels n'appuient pas l'existence des intelligences multiples. Les applications de cette théorie ne garantissent donc aucun résultat. Chaque élève a toutefois un profil d'habiletés propre et différents talents qu'il est important de considérer.
Dominance hémisphérique	
Des différences entre les élèves dont le cerveau gauche est dominant et ceux dont le cerveau droit est dominant peuvent aider à expliquer des différences d'apprentissage observées chez les élèves.	L'hypothèse selon laquelle certains élèves présenteraient une dominance hémisphérique de façon générale n'est pas appuyée par la recherche. Les élèves peuvent avoir des compétences plus marquées pour certains domaines, mais ces différences ne sont pas associées à une dominance hémisphérique gauche ou droite.
Exercices de coordination	
De courts exercices de coordination, comme toucher sa cheville gauche avec sa main droite et vice-versa, peuvent améliorer la communication entre les deux hémisphères du cerveau.	Aucune recherche empirique de qualité ne permet d'affirmer que de simples exercices de coordination améliorent l'interconnectivité du cerveau. Cependant, la recherche a démontré qu'un effort physique <i>suffisamment soutenu</i> peut améliorer les capacités cognitives et cérébrales des individus.
Utilisation de 10 % du cerveau	
Nous utilisons environ 10 % de notre cerveau.	Une grande proportion du cerveau est généralement mobilisée, même lorsqu'il s'agit d'effectuer des actions très simples. Aucune étude effectuée sur le cerveau n'a pu révéler de région cérébrale inutilisée. Or, il est souhaitable de penser que les élèves peuvent accomplir davantage; mais ce n'est pas en raison d'une utilisation générale de seulement 10 % du cerveau.

2.2 Synthèse des écrits au sujet des neuromythes en éducation

Cette section expose les éléments de la revue de la littérature qui sont pertinents pour la présente recherche. D'abord, les taux de prévalence des neuromythes obtenus par les études effectuées dans différents pays sont présentés. Puis, les différentes origines des neuromythes soulevées par la littérature sont exposées.

2.2.1 Prévalence de neuromythes fréquents en éducation dans différents pays

En 2012, Dekker *et al.* ont étudié les taux de prévalence de 15 neuromythes auprès de 242 enseignants principalement du primaire et du secondaire (6 % étaient des enseignants spécialisés, stagiaires ou auxiliaires d'enseignement) du Royaume-Uni et des Pays-Bas. Parmi une liste de 32 affirmations concernant le fonctionnement cérébral, incluant les 15 neuromythes, les participants devaient signifier s'ils les jugeaient exactes en répondant par *correct*, *incorrect* ou *je ne sais pas*. Les résultats révèlent une forte prévalence de certains neuromythes, notamment pour les styles d'apprentissage, la dominance hémisphérique et les exercices de coordination qui se situent tous au-dessus de 80 % (voir tableau 2.2).

De façon similaire, Howard-Jones (2014) rapporte des taux de prévalence mesurés auprès d'enseignants du primaire et du secondaire en Turquie ($n = 278$), en Grèce ($n = 174$) et en Chine ($n = 238$). Toujours parmi une liste d'affirmations au sujet du fonctionnement cérébral comportant des neuromythes, les participants devaient signifier leur accord avec celles-ci en répondant par *en accord*, *en désaccord* ou *je ne sais pas*. Le taux de prévalence a été établi à partir des participants ayant répondu *en accord* à des affirmations relevant de neuromythes. Encore une fois, les plus fréquents sont les trois mêmes neuromythes, soit ceux liés aux styles d'apprentissage, à la

dominance hémisphérique et aux exercices de coordination, avec une prévalence au-delà de 70 %, excepté pour celui des exercices de coordination en Grèce, qui s'élève à 60 % (voir tableau 2.2).

En 2016, Dündar et Gündüz ont également étudié les taux de prévalence de neuromythes en Turquie. 2 932 étudiants en enseignement au primaire ainsi qu'au secondaire en sciences et en mathématique ont participé à cette étude. Le questionnaire, traduit en turc, a été inspiré de plusieurs études, notamment celle de Dekker *et al.*, (2012) et comportait 27 neuromythes sur un total de 59 affirmations concernant le fonctionnement cérébral. Les participants devaient répondre par *correct*, *incorrect* ou *je ne sais pas*. Quatre neuromythes ont été particulièrement prévalents, se situant tous au-dessus de 65 % (voir tableau 2.2). Il s'agit toujours des trois neuromythes mentionnés ci-haut (styles d'apprentissage, dominance hémisphérique, exercices de coordination), en plus d'un énoncé affirmant que la mémoire est entreposée dans le cerveau comme dans un ordinateur et que chaque souvenir est emmagasiné dans une petite section du cerveau, ce neuromythe affichant un taux de prévalence de 79 %.

Ferrero *et al.* ont administré en 2016 le questionnaire développé par Dekker *et al.* (2012) à 284 enseignants en Espagne. Le questionnaire, traduit en espagnol, comportait toutefois 12 neuromythes plutôt que 15. Les styles d'apprentissage, la dominance hémisphérique et les exercices de coordination ont, comme dans l'étude précédente, affiché des taux de prévalence au-dessus de 65 % (voir tableau 2.2).

L'étude de Gleichgerrcht *et al.* réalisée en 2015 a repris en grande partie le questionnaire de Dekker *et al.* (2012) pour dresser un portrait de la prévalence des neuromythes en Amérique latine. Au total, 3 451 enseignants de l'Argentine, du Chili, du Pérou, du Mexique, du Nicaragua, de la Colombie et de l'Uruguay ont participé à cette étude. Le questionnaire a été traduit en espagnol et comportait 32 affirmations liées au fonctionnement du cerveau incluant cette fois également 12 neuromythes. Les

choix de réponses étaient aussi les mêmes que ceux de l'étude de Dekker *et al.* (2012). Le pourcentage de participants adhérant aux neuromythes a excédé les 70 % pour les trois neuromythes mentionnés précédemment, ainsi que pour quelques autres, notamment celui selon lequel répéter certains exercices de coordination peut améliorer les compétences en littératie (voir Gleichgerrcht *et al.* [2015] à ce sujet). Aucune différence significative entre les taux de prévalence des pays n'a été relevée, excepté pour le Pérou, où les participants adhéraient à un plus grand nombre de neuromythes ($p < 0,001$; $d = 0,52$).

Tardif *et al.* (2015) se sont également inspirés de l'étude de Dekker *et al.* (2012), mais n'ont étudié la prévalence que des trois neuromythes les plus fréquents selon les études précédentes. Cependant, plutôt que d'évoquer des exercices de coordination, les chercheurs n'ont mentionné que le programme de *Brain Gym® International*. Le taux d'enseignants connaissant ce programme étant très bas (18 %), ce neuromythe a été retiré des analyses. Seuls les styles visuel et auditif ont été conservés pour aborder le neuromythe des styles d'apprentissage. Les 283 participants étaient des enseignants du primaire, du secondaire, du collégial et de la formation aux enseignants de la Suisse francophone qui devaient se prononcer sur chacune des affirmations présentées. Selon une échelle de Likert, les participants devaient signifier leur niveau d'accord avec chaque neuromythe (1 = *totalelement en désaccord*; 2 = *plutôt en désaccord*; 3 = *plutôt en accord*; 4 = *totalelement en accord*). Les réponses codées 1 et 2 ont été groupées dans la catégorie *en désaccord* et les réponses codées 3 et 4 dans la catégorie *en accord*. De hauts taux de prévalence ont également été observés dans cette étude, soit 85 % pour la dominance hémisphérique et 96 % pour les styles d'apprentissage.

Parallèlement à ces études inspirées de Dekker *et al.* (2012), d'autres recherches ont étudié les taux de prévalence de certains neuromythes de façons différentes. La thèse doctorale de Simone M. Alekno, réalisée en 2012 aux États-Unis, est l'une d'elles. Les 161 participants étaient des enseignants du primaire et du secondaire. Encore une fois,

selon une échelle de Likert, ils devaient signifier leur niveau d'accord avec les neuromythes présentés (1 = *fortement en désaccord*; 2 = *en désaccord*; 3 = *ne sait pas*; 4 = *en accord*; 5 = *fortement en accord*), soit notamment les styles d'apprentissage, la dominance hémisphérique, l'utilisation de 10 % du cerveau et les intelligences multiples. Pour ces neuromythes, les taux de prévalence obtenus dépassent les 75 % (voir tableau 2.2). En ce qui concerne les intelligences multiples, le taux de prévalence est de 98,7 %. Aucun participant n'a répondu être en désaccord avec cette affirmation et 1,3 % a répondu ne pas savoir. Comme dans l'étude de Tardif *et al.* (2015), grand nombre d'enseignants ne connaissaient pas le programme de *Brain Gym® International* (81 %).

Finalement, une recherche de Rato *et al.* a aussi étudié, en 2013, la prévalence de certains neuromythes auprès de 583 enseignants du primaire et du secondaire au Portugal, notamment les styles d'apprentissage, la dominance hémisphérique, l'utilisation de 10 % du cerveau et les intelligences multiples. Parmi huit affirmations (dont six neuromythes), les participants devaient préciser s'il s'agissait de mythes ou non, ou s'ils ne le savaient pas. Les taux précis de prévalence n'ayant pas été publiés, ces résultats n'ont pas été intégrés au tableau 2.2. Cependant, on remarque qu'environ 50 % des enseignants croient aux styles d'apprentissage, 45 % à la dominance hémisphérique, 30 % à l'utilisation de 10 % du cerveau et 60 % aux intelligences multiples. Il semble pertinent de préciser que, pour cette étude, une bonne proportion des participants ont régulièrement répondu qu'ils ne savaient pas si l'affirmation constituait un mythe ou non.

Le tableau 2.2 fournit donc une synthèse des taux de prévalence recensés par les études sur les neuromythes en éducation. Il est toutefois important de garder en tête que ces résultats n'ont pas tous été obtenus à l'aide d'une méthodologie identique et qu'il n'est donc pas possible de les comparer directement.

Tableau 2.2 Prévalence de neuromythes fréquents chez les enseignants

Neuromythe	Prévalence chez les enseignants									
	Royaume-Uni	Pays-Bas	États-Unis	Turquie	Grèce	Chine	Suisse francophone	Amérique latine	Espagne	Moyenne
Styles d'apprentissage	93 %	96 %	94 %	97 %	96 %	97 %	96 %	91 %	91 %	95 %
Intelligences multiples	ND	ND	99 %	ND	ND	ND	ND	ND	ND	99 %
Dominance hémisphérique	91 %	86 %	78 %	79 %	74 %	71 %	85 %	73 %	67 %	78 %
Exercices de coordination	88 %	82 %	ND	69 %	60 %	84 %	ND	78 %	77 %	77 %
Utilisation de 10 % du cerveau	48 %	46 %	89 %	46 %	43 %	59 %	ND	61 %	44 %	55 %

Note : Les données pour le Royaume-Uni et les Pays-Bas proviennent d'une étude de Dekker *et al.* (2012), celles pour la Turquie de Howard-Jones (2014) et Dündar et Gündüz (2016), celles pour la Grèce et la Chine de Howard-Jones (2014), celles pour l'Espagne de Ferrero *et al.* (2016), celles pour l'Amérique latine de Gleichgerrcht *et al.* (2015), celles pour les États-Unis de Alekno (2012) et celles pour la Suisse francophone de Tardif *et al.* (2015). *ND* = Données non disponibles

2.2.2 Origine des neuromythes

À la lumière de la littérature au sujet des neuromythes, cette section expose les différents types de sources susceptibles d'être à l'origine des neuromythes en éducation.

2.2.2.1 Sources liées aux lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique

Comme il a été mentionné au chapitre I, la recherche actuelle met en évidence que la communication, ou plutôt des lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique, serait un facteur déterminant susceptible d'être à l'origine des neuromythes (Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). Par exemple, certains auteurs soulèvent que, pour les enseignants, les résultats de la recherche et les sources d'information fiables peuvent parfois être difficiles d'accès, notamment en raison d'un manque de diffusion (Pasquinelli, 2015a). Gleichgerrcht *et al.* (2015) soulignent également que l'accessibilité à des informations scientifiques est parfois réduite en raison du manque d'écrits scientifiques dans la langue parlée par les enseignants, par exemple en Amérique latine ou en Espagne. Néanmoins, les neuromythes ne proviennent pas seulement d'une absence de communication entre la recherche et la pratique. La terminologie employée par les chercheurs peut également être problématique pour les enseignants : il s'agit souvent de termes avec lesquels ils ne sont pas familiers, ce qui peut porter à confusion (Howard-Jones, 2014). Puisque les professionnels de l'éducation ne sont pas des experts en neurosciences, il peut s'avérer ardu pour eux de traduire le langage utilisé en recherche en langage quotidien (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014; Pickering et Howard-Jones, 2007). Ainsi, plutôt que de leur être utile, les résultats de recherche

sont susceptibles de leur nuire (Rato *et al.*, 2013). Sans le vouloir, des enseignants désireux d'améliorer l'enseignement en se basant sur les mécanismes cérébraux peuvent effectivement parfois tirer des conclusions erronées de résultats de recherche (OCDE, 2002). Pickering et Howard-Jones (2007) suggèrent d'ailleurs que les résultats scientifiques seraient peu utilisés par les enseignants notamment parce que beaucoup de temps leur est nécessaire pour accéder aux résultats de recherche, pour les comprendre adéquatement et les traduire en éléments pertinents pour leur pratique. Ainsi, notamment par manque de temps, les enseignants se tourneraient vers des simplifications des résultats de recherche qui ne sont pas toujours vulgarisés adéquatement.

Dans bien des cas, les neuromythes contiendraient effectivement une part de vérité provenant souvent d'un fait neuroscientifique ayant par la suite été mal interprété (Howard-Jones, 2014). Par des tentatives de vulgarisation, ils naissent donc parfois de simplifications excessives, de déformations ou de mésinterprétations des résultats de recherche (Pasquinelli, 2012; OCDE, 2007); ces déformations pouvant être faites sciemment ou non, par exemple par les médias, les compagnies commerciales ou encore les acteurs du milieu de l'éducation (Howard-Jones, 2014). On retrouve par exemple de nombreuses informations erronées concernant le fonctionnement du cerveau dans les programmes de certaines compagnies éducatives commerciales ou encore dans certains livres s'adressant directement aux enseignants (Allaire-Duquette *et al.*, 2014). Des études soutiennent alors qu'un facteur déterminant influençant l'adhésion des enseignants à des neuromythes résiderait dans le fait que ces derniers éprouveraient des difficultés à évaluer la crédibilité des sources d'information auxquelles ils sont exposés et qu'ils ne seraient pas suffisamment outillés pour distinguer les sources d'information fiables de celles qui relèvent de la pseudoscience ou qui constituent des vulgarisations maladroites et inexactes (Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerricht *et al.*, 2015; OCDE 2002; Rato *et al.*, 2013). Des auteurs attribuent ce manque de formation pour évaluer adéquatement la recherche crédible notamment au

fait que les enseignants « ne reçoivent pas une instruction formelle sur la façon d'accéder aux sources scientifiques concernant les bonnes pratiques et sur les fondements cognitifs de l'apprentissage » (Pasquinelli, 2015a, p. 28).

Plusieurs études ont donc tenté de retracer les sources d'information en lien avec des lacunes de communication susceptibles d'être à l'origine des neuromythes. En voici une brève recension.

L'étude de Dekker *et al.* réalisée en 2012 et citée plus haut, sans doute l'une des plus citées dans la littérature portant sur les neuromythes, a tenté d'identifier des prédicteurs de neuromythes en plus de leur prévalence. En étudiant les neuromythes chez 242 enseignants du primaire et du secondaire du Royaume-Uni et des Pays-Bas, les chercheurs ont tenté de corréliser la prévalence avec différents facteurs, notamment les formations suivies, la lecture d'articles scientifiques et la lecture de textes de vulgarisation scientifique au sujet des neurosciences. Aucune de ces sources n'a été directement reliée de façon significative à l'adhésion aux neuromythes. Cependant, les chercheurs rapportent que les enseignants lisant davantage de textes de vulgarisation scientifique possèdent plus de connaissances générales sur le cerveau, et que ceux possédant davantage de connaissances générales sur le cerveau adhèrent davantage aux neuromythes. Une interprétation évoquée de ce résultat est que les textes de vulgarisation scientifique contiennent des informations exactes sur les neurosciences, mais aussi des informations erronées qui induiraient en erreur leurs lecteurs. Ce résultat est néanmoins en contradiction avec certaines études (Howard-Jones *et al.*, 2009) et n'est que faiblement supporté par d'autres (Gleichgerricht *et al.*, 2015). En effet, Howard-Jones *et al.* (2009) constatent que les connaissances générales exactes sur le cerveau semblent au contraire protéger des neuromythes, ces deux variables étant négativement corrélées de façon significative ($p < 0,0001$; $r = -0,43$). Gleichgerricht *et al.* (2015), quant à eux, ont obtenu une faible corrélation positive ($r = 0,21$) entre les connaissances générales exactes et les neuromythes et concluent que les connaissances

générales exactes ne constitueraient donc pas d'un facteur déterminant de l'adhésion aux neuromythes. Somme toute, Dekker *et al.* (2012) suggèrent aux recherches futures, puisque les enseignants auraient de la difficulté à distinguer la fiabilité des sources d'information, d'examiner plus précisément les sources des neuromythes chez les enseignants (livres, collègues, compagnies commerciales, etc.)

Gleichgerrcht *et al.* ont également étudié le phénomène des neuromythes chez les enseignants en 2015 et tenté de retracer les sources de ceux-ci, par le biais d'analyses statistiques. Comme il a été mentionné dans la section portant sur la prévalence, cette recherche, effectuée en Amérique latine, regroupait 3 451 enseignants du Chili, de l'Argentine, du Pérou, du Mexique, du Nicaragua, de la Colombie et de l'Uruguay. En plus d'étudier le taux de prévalence de neuromythes chez les participants, l'étude visait notamment à déterminer si ceux-ci étaient liés à la lecture de textes de vulgarisation scientifique, d'articles scientifiques ou encore à tout autre type d'information reçue reliant neurosciences et éducation. Les analyses révèlent une différence significative, mais d'une faible taille d'effet, entre les participants ayant lu des textes de vulgarisation scientifique et ceux n'en ayant pas lus en ce qui a trait à l'habileté à identifier les neuromythes ($p < 0,001$; $d = 0,12$), ceux en ayant lus davantage adhérant à plus de neuromythes. Un résultat semblable a été obtenu concernant la différence entre les participants ayant lu des articles scientifiques et ceux n'en ayant pas lu ($p < 0,01$; $d = 0,09$), c'est-à-dire que les lecteurs d'articles scientifiques adhéraient aussi à plus de neuromythes. Toutefois, 71 % des enseignants ont indiqué avoir lu des articles scientifiques, ce qui, selon les chercheurs, est peu probable. Ils concluent donc que les enseignants semblent avoir de la difficulté à identifier la qualité des sources d'information qu'ils consultent et suggèrent, pour les recherches ultérieures, de vérifier ce qu'ils lisent véritablement.

Sous un angle différent, la thèse doctorale réalisée aux États-Unis en 2012 par Simone M. Alekno a quant à elle étudié de façon quantitative les taux de prévalence des

neuromythes en lien avec différents facteurs tels que l'âge, le niveau d'enseignement, le nombre d'années d'expérience et le niveau d'éducation auprès de 161 enseignants du primaire et du secondaire. Cependant, aucune relation significative n'a été décelée entre ces facteurs et le taux d'adhésion aux neuromythes. Quatre entrevues qualitatives ont également été effectuées auprès de participants typiques et révèlent que les croyances à des neuromythes ne semblent pas être liées à ce type de facteurs. Ces entrevues mettent plutôt en évidence que les sources des neuromythes sont variées, mais que ceux-ci semblent souvent provenir de discussions avec des collègues ou de l'expérience professionnelle des enseignants. Cette étude recommande également de préciser l'origine des neuromythes dans les recherches ultérieures et de les étudier de façon individuelle pour chaque neuromythe.

Par ailleurs, d'autres études, notamment celle de Pickering et Howard-Jones réalisée en 2007 auprès de 209 enseignants de divers pays (notamment Royaume-Uni, États-Unis, Australie, Allemagne, Pays-Bas), ont étudié les sources d'information par lesquelles les participants avaient obtenu de l'information sur le rôle des neurosciences en éducation, et non spécifiquement en lien avec les neuromythes. Dans cette étude, les choix offerts étaient les suivants : médias, formation continue, conférences, journaux académiques, journaux professionnels, livres, produits commerciaux ou programmes éducatifs, autres. La formation continue a semblé être plus déterminante que les autres dans les connaissances générales en neurosciences des enseignants, suivie des journaux académiques et professionnels et des médias. Cependant, rappelons que ces sources sont liées aux connaissances générales en neurosciences des enseignants et non directement aux neuromythes.

Dans la même optique, Rato *et al.* (2013) ont effectué une étude au Portugal auprès de 583 enseignants, du préscolaire à l'école secondaire. Parmi les questions posées aux participants, l'une d'elles visait également à connaître les sources qui leur ont fourni des informations non pas en lien avec les neuromythes, mais aussi concernant le rôle

du cerveau en éducation en général. Les participants devaient choisir parmi les options suivantes : télévision, Internet, livres, journaux scientifiques, formation continue, conférences, autres professionnels. La télévision (23 %) et Internet (21 %) ont été les sources les plus souvent citées, suivies de près par les livres (19 %) et les journaux scientifiques (17 %). Les résultats n'ont été influencés ni par le niveau d'enseignement des enseignants (primaire/secondaire), ni par la matière qu'ils enseignaient. N'ayant pas fait de lien direct entre les sources d'information et les neuromythes, les chercheurs suggèrent qu'il est possible que les enseignants aient pris connaissance des neuromythes principalement par la télévision et Internet, ce qu'il reste à vérifier.

De façon similaire, une autre étude menée par Karakus *et al.*, portant sur les neuromythes et réalisée en 2015 auprès de 278 enseignants du primaire et du secondaire en Turquie a aussi étudié les sources d'information à partir desquelles les enseignants avaient obtenu des informations concernant le cerveau en général, parmi les articles scientifiques, les articles de vulgarisation scientifique, les conférences, la formation continue ou les formations privées. Cependant, les analyses tentant de lier ces sources aux connaissances générales sur le cerveau n'ont révélé aucune relation significative, et aucune analyse n'a été effectuée pour tenter de lier ces sources aux neuromythes. Par ailleurs, des entrevues qualitatives suggèrent que les enseignants obtiennent des informations générales sur le cerveau par le biais de sources plutôt informelles comme Internet ou leurs collègues plutôt que d'articles scientifiques.

Certaines études ont ensuite étudié les sources des neuromythes plus directement que les recherches présentées précédemment. Ferrero *et al.* (2016) ont d'abord demandé à leurs participants s'ils avaient reçu, au cours de leur formation continue, des informations abordant les neurosciences de l'éducation (p. ex. : styles d'apprentissage, intelligences multiples, cerveau gauche/droit). Il en est ressorti que le sujet le plus fréquent dans les formations était la théorie des intelligences multiples. On leur demandait également s'ils avaient été témoins de ces types d'approches dans leurs

écoles respectives; 71 % des participants ont répondu par l'affirmative. Puis, des analyses statistiques ont révélé que plus les enseignants lisaient des textes de vulgarisation scientifique, plus ils adhéraient à des neuromythes. À l'inverse, plus ils lisaient des articles scientifiques, moins ils adhéraient à des neuromythes. Contrairement à l'étude de Gleichgerrcht *et al.* (2015), seulement 7 % des participants ont mentionné lire des articles scientifiques, ce qui semble plus probable que le 71 % de cette étude. Les auteurs expliquent que ce résultat pourrait être dû à la façon dont ils ont présenté les articles scientifiques; en effet, des exemples de ce type d'articles ont été présentés aux participants, en plus de spécifier qu'il s'agissait d'articles révisés par les pairs. Bien que la lecture de textes de vulgarisation scientifique semble augmenter l'adhésion aux neuromythes, la lecture d'articles scientifiques semble la réduire. Bien que l'évaluation du type d'article par les participants puisse avoir été erronée, cela démontre l'importance de la qualité de l'information dans les croyances des enseignants au sujet du cerveau.

L'étude de Ferrero *et al.* (2016) n'est pas la seule à mettre en évidence que certains neuromythes sont enseignés aux enseignants. Lethaby et Harries (2016) rapportent que plusieurs formations à l'enseignement (initiales et continues) aux États-Unis et au Canada enseignent qu'il est important d'adapter l'enseignement aux styles d'apprentissage. Cette théorie, ainsi que celle des intelligences multiples, se retrouverait sur plusieurs syllabus de cours dédiés aux enseignants (Lethaby et Harries, 2016). L'étude de Tardif *et al.* (2015), présentée plus loin, constate également que la théorie des styles d'apprentissage serait enseignée à la formation initiale des enseignants en Suisse.

Les résultats d'un questionnaire sur les neurosciences et l'éducation administré à 908 enseignants du Royaume-Uni sont présentés dans un rapport de *Wellcome Trust* rédigé par Dr Anna Simmonds (2014). On demandait aux participants de déterminer de quelle(s) source(s) ils avaient pris connaissance notamment des styles

d'apprentissage, du programme *Brain Gym*® et de la dominance hémisphérique. Par des questions à choix de réponses, ce questionnaire rapporte que les sources de ces trois neuromythes sont majoritairement leur école respective (53 %), leurs collègues (38 %) et les formations externes (33 %). Il est mentionné qu'ainsi, les enseignants auraient tendance à manquer de rigueur pour évaluer les preuves et qu'il est donc important de leur fournir de l'aide à cet égard.

Enfin, l'étude de Tardif *et al.* réalisée en 2015 auprès de 283 étudiants et enseignants suisses francophones est celle qui a étudié les sources des neuromythes de la façon la plus directe. Les chercheurs ont d'abord étudié la prévalence des trois neuromythes les plus répandus (les styles d'apprentissage [styles visuel et auditif seulement], la dominance hémisphérique et *Brain Gym*® *International*). Pour chaque neuromythe, les participants devaient spécifier explicitement par quelle(s) source(s) ils avaient obtenu cette information parmi les suivantes : lectures, cours du secondaire ou du collégial, cours de la formation aux enseignants, collègue ou ami, médias (journaux, radio, télévision, Internet) ou autre source. Il était possible de cocher plusieurs sources. Les résultats de cette étude ont révélé que les sources d'information les plus fréquentes étaient les médias (en moyenne 31 % pour la dominance hémisphérique et les styles d'apprentissage) et les lectures (en moyenne 28 % pour ces deux mêmes neuromythes). Comme il a été mentionné précédemment, 29 % des enseignants auraient pris connaissance des styles d'apprentissage au cours de leur formation à l'enseignement. Cette recherche offre donc un bon aperçu des sources possibles de certains neuromythes, mais l'étude des sources n'a pas été réalisée de façon suffisamment détaillée pour savoir, par exemple, à quel type de lectures les enseignants ont fait référence ou pour connaître les sources d'autres neuromythes.

Parallèlement, en psychologie, une étude réalisée par Taylor et Kowalski en 2004 au sujet des psychomythes se rapproche énormément de l'étude de Tardif *et al.* (2015) en ce qui concerne l'étude des sources. En plus d'avoir étudié le taux de prévalence de certains psychomythes chez 90 étudiants en psychologie, les chercheurs leur ont

demandé de noter, pour chaque affirmation (incluant les psychomythes), la source de leur connaissance parmi les suivantes : médias, expérience personnelle, lectures, formation, autres ou « je ne me souviens plus ». Les résultats montrent principalement que les participants ne se souvenaient pas de la source de leur connaissance (30 %), ou en avaient pris connaissance par les médias (20 %), leur expérience personnelle (19 %), des lectures (16 %) ou en cours de formation (15 %). Ces résultats fournissent donc des pistes de réflexion intéressantes quant aux sources d'information susceptibles d'être à l'origine des neuromythes.

2.2.2.2 Sources liées aux biais de la cognition humaine

En plus des sources d'information citées précédemment, la littérature actuelle accorde une importance considérable à un autre type de sources, soit celles relevant des biais de la cognition humaine. Il s'agit effectivement de sources que l'on retrouve dans la littérature au sujet de différentes croyances, notamment les psychomythes, les fausses conceptions en sciences ou encore certaines croyances en médecine (Masson, 2015; Pasquinelli, 2012, 2015a; Taylor et Kowalski, 2004).

En effet, plusieurs soutiennent que l'être humain accorde une confiance excessive à son propre jugement et ses intuitions (Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012, 2015b; Potvin, 2011). Différents biais du raisonnement amèneraient un individu à croire quelque chose lorsque cette croyance lui apporte une certaine satisfaction (Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012; Potvin, 2011) et, à l'inverse, le doute et l'incertitude provoqueraient chez l'être humain un sentiment d'inconfort qu'il chercherait à fuir (Pasquinelli, 2015b; Potvin, 2011). Comme nous l'avons mentionné précédemment, les mythes contribueraient ainsi, entre autres, à calmer les peurs des individus (Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). L'être humain serait donc notamment porté à croire davantage à des idées auxquelles il adhère déjà, le confortant dans ses certitudes

(Pasquinelli, 2015b; Potvin, 2011; Willingham, 2012). Ce biais est connu sous le nom de *biais de confirmation*. Parce qu'il serait pressé de chasser l'inconfort de l'incertitude, l'être humain se précipiterait également vers les explications rapides qui lui semblent utiles et efficaces, qui répondent à ses besoins immédiats (OCDE, 2007; Pasquinelli, 2015b; Potvin, 2011), qui combent ses espoirs et offrent une vision optimiste de la réalité (Pasquinelli, 2012).

Ainsi, ces biais cognitifs entraîneraient notamment des intuitions erronées, c'est-à-dire que les individus peuvent croire une explication parce qu'elle leur paraît logique, parce qu'elle leur *semble* exacte (Pasquinelli, 2012). Certaines croyances circulant en éducation seraient donc renforcées par des croyances plus fondamentales provenant des intuitions (Alekn, 2012; Pasquinelli, 2012; Pei *et al.*, 2015). Par exemple, il semble logique de croire que chaque individu est unique et donc que chacun apprend d'une façon différente, comme le suggèrent les styles d'apprentissage ou les intelligences multiples (Riener et Willingham 2010; Willingham, 2004).

Les perceptions biaisées de l'expérience personnelle et professionnelle des individus découleraient également de ces biais cognitifs. En éducation, des entrevues révèlent que les enseignants justifient leurs croyances en mentionnant qu'ils observent ce phénomène dans leur pratique et donc que leur expérience le leur confirme (Alekn, 2012; Karakus *et al.*, 2015; Pei *et al.*, 2015). Simmonds (2014) rapporte d'ailleurs que plusieurs enseignants disent observer un impact de l'utilisation de techniques *brain-based*, mais que cet impact est difficile à mesurer. En ce sens, un enseignant peut se baser sur son expérience professionnelle pour adopter une croyance, par exemple si le fait d'effectuer des exercices de coordination avec ses élèves lui donne *l'impression* d'améliorer leurs apprentissages. Cet enseignant peut toutefois avoir une vision biaisée de ce qu'il perçoit, c'est-à-dire qu'il peut omettre de tenir compte de différents facteurs (Willingham, 2004). Par exemple, il est possible qu'un nouvel élément dans l'enseignement (un tableau blanc interactif, un projet, une autre méthode

d'enseignement, etc.) vienne interférer dans la relation entre les exercices de coordination et l'apprentissage des élèves. L'étude de Taylor et Kowalski (2004) sur les psychomythes a d'ailleurs introduit la catégorie *expérience personnelle* dans les choix à options des sources possibles des mythes.

Certaines croyances sont ensuite adoptées par un individu dans le but inconscient de répondre à ses besoins (Pasquinelli, 2012, 2015b). En enseignement, des entrevues qualitatives rapportent que les neuromythes peuvent parfois combler le besoin urgent qu'ont les enseignants de répondre aux besoins des élèves (Aleknó, 2012). Ces entrevues suggèrent que les enseignants se satisfont de ces croyances, car elles leur procurent des outils supplémentaires pour comprendre les différences d'apprentissage des élèves et répondre au besoin de différencier l'enseignement. D'autres études suggèrent que les enseignants semblent croire à des neuromythes lorsque ceux-ci sont faciles à comprendre et à appliquer rapidement en classe, car ils manquent de temps pour vérifier par eux-mêmes leur exactitude (Pickering et Howard-Jones, 2007; Simmonds, 2014). Certains neuromythes seraient donc adoptés en éducation en raison du besoin d'application pressant que ressentent les enseignants.

L'ensemble de ces biais amènerait donc les enseignants à se construire leurs propres conceptions et à adopter certaines croyances en se basant notamment sur leurs intuitions (ce qui leur semble logique ou illogique), leurs perceptions de leur expérience (ce qu'ils croient constater dans leur classe) et leurs besoins (ce qui répond à leur besoin d'application).

2.2.2.3 Synthèse des différents types de sources

À la lumière des écrits présentés ci-haut, cette section synthétise les différents types de sources des neuromythes en s'efforçant de les catégoriser de façon logique et de les

préciser. D'abord, quatre catégories ont été formées quant aux sources liées aux lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique. Il s'agit des *Livres et revues* qui peuvent influencer les croyances des enseignants quant aux neuromythes, c'est-à-dire des articles de vulgarisation scientifique, des articles scientifiques ou des livres. Les *Médias* font référence à l'actualité, aux réseaux sociaux et aux publicités, tandis que l'*Entourage* inclut les collègues, directions d'école, conseillers pédagogiques et famille ou amis. Finalement, la catégorie des *Formations* regroupe les formations universitaires et celles offertes par le milieu de travail, en plus des conférences ou ateliers de congrès. Puis, les sources liées aux biais de la cognition humaine, étant plus « inhérentes » à l'enseignant, comprennent les intuitions, les perceptions de l'expérience professionnelle et le besoin d'application des enseignants. Le tableau 2.3 présente cette synthèse.

Des auteurs suggèrent par ailleurs que ces différents types de sources peuvent se renforcer mutuellement (Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). Par exemple, la lecture qu'un enseignant fait d'un article scientifique peut être biaisée par des intuitions qu'il possède *a priori*. Ou encore, une information lue dans un livre peut biaiser les perceptions de l'enseignant quant à ce qu'il observe en classe. En effet, la complexité de la réalité fait en sorte que les influences de ces sources sont nécessairement en interaction.

Tableau 2.3 Types de sources des neuromythes

Types de sources des neuromythes	
Sources liées aux lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique	<p><u>Livres et revues :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livres • Articles de vulgarisation scientifique • Articles scientifiques
	<p><u>Médias :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualités (journaux, télévision, radio) • Réseaux sociaux et autres sites Internet • Publicités
	<p><u>Entourage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Collègues • Directions d'école et conseillers pédagogiques • Famille et amis
	<p><u>Formations :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Formations universitaires • Formations offertes par le milieu de travail • Conférences et ateliers de congrès
Sources liées aux biais de la cognition humaine	<ul style="list-style-type: none"> • Intuitions • Perceptions de l'expérience professionnelle • Besoin d'application

2.3 Objectifs de recherche

Comme il a été souligné au chapitre I, certaines conditions culturelles sont susceptibles de jouer un rôle quant à l'adhésion aux neuromythes et à leurs sources, étant donné que certains facteurs peuvent varier d'une culture à l'autre (Howard-Jones, 2014; Tardif *et al.*, 2015). D'une part, les croyances culturelles fondamentales peuvent influencer la nature des biais cognitifs, et d'autre part, des différences considérables peuvent exister entre les cultures quant aux sources de diffusion de l'information, notamment les médias, les formations ou les écrits. D'ailleurs, certaines études suggèrent que l'accessibilité à l'information scientifique peut être réduite au sein de populations dont la langue n'est pas l'anglais; en effet, il existe peu d'écrits scientifiques en espagnol ou en français, par exemple (Ferrero *et al.*, 2016; Gleichgerrcht *et al.*, 2015).

Considérant ainsi que l'existence de ces facteurs culturels pourrait influencer la prévalence et les sources de certains neuromythes, il semble important d'étudier le phénomène des neuromythes chez les enseignants du Québec, ce qui, à notre connaissance, n'a pas été réalisé à ce jour. En effet, le Québec est une nation possédant sa propre culture et sa propre langue, ce qui pourrait créer des différences par exemple quant à la formation à l'enseignement ou quant à l'accessibilité à des informations scientifiques, étant donné le peu d'écrits scientifiques en français. De plus, afin de prévenir et de dissiper les neuromythes chez les enseignants du Québec, il est essentiel de connaître leurs croyances actuelles.

Bien que les études antérieures aient mis en évidence différents types de sources susceptibles d'influencer l'adhésion des enseignants aux neuromythes, il reste néanmoins à préciser ces sources. Plusieurs études suggèrent d'ailleurs de détailler davantage les sources des croyances, c'est-à-dire de retracer les sources par lesquelles les enseignants ont pris connaissance de ces neuromythes, afin de savoir notamment à quel type de lectures (livres, articles scientifiques, articles de vulgarisation scientifique, etc.) font

référence les enseignants lorsqu'ils citent les lectures comme source d'information (Aleknó, 2012; Dekker *et al.*, 2012; Gleichgerrcht *et al.*, 2015). Cela permettra d'avoir une idée plus précise des sources auxquelles les enseignants accordent une certaine crédibilité et de vérifier, par exemple, si nombreux sont ceux qui lisent des articles scientifiques révisés par des comités de lecture. D'autres études suggèrent que des neuromythes proviennent parfois de certaines formations (Ferrero *et al.*, 2016; Lethaby et Harries, 2016; Tardif *et al.*, 2015). Étant donné que les instances offrant des formations jouissent généralement d'une certaine crédibilité, il semble pertinent de vérifier si elles sont à l'origine de certains neuromythes au Québec.

À la lumière de la recension des écrits présentée ici, il semble également que certaines sources des neuromythes soient liées à des biais de la cognition humaine prenant diverses formes (Howard-Jones, 2014; Pasquinelli, 2012). Il sera donc intéressant de vérifier si certains de ces biais font partie des sources rapportées directement par les enseignants du Québec, ce qui, à notre connaissance, n'a été réalisé par aucune étude quantitative au sujet des neuromythes.

Considérant enfin que chaque neuromythe possède ses propres caractéristiques, la présente recherche propose de relier directement chaque neuromythe étudié aux sources desquelles il proviendrait, ce qui a d'ailleurs été suggéré par Aleknó (2012) et amorcé par Tardif *et al.* (2015). Cette méthode permettra non seulement de déterminer quelles sources influencent l'adhésion aux neuromythes étudiés, mais également quelles sources influencent leur non-adhésion. Par exemple, certaines sources véhiculant des informations scientifiques sur le cerveau pourraient être plus déterminantes que d'autres et contribuer à prévenir ou dissiper certains neuromythes. Cela pourrait permettre de cibler les sources sur lesquelles il est préférable de miser pour atteindre les enseignants et influencer positivement leurs croyances.

Ainsi, afin d'obtenir une connaissance plus précise et systématique des sources liées à chacun des neuromythes étudiés ainsi qu'un portrait actuel de la situation chez les enseignants du Québec, la présente recherche a pour objectifs les suivants :

- **Établir le niveau de prévalence de certains neuromythes chez les enseignants du Québec;**
- **Identifier les sources liées à l'adhésion ou non à chaque neuromythe.**

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Cette recherche quantitative tente de fournir un portrait des croyances des enseignants du préscolaire, du primaire et du secondaire du Québec à l'égard des neuromythes et vise à étudier leurs sources. Il s'agit alors d'une enquête descriptive puisqu'elle vise à décrire les caractéristiques, croyances et expériences des individus sondés et à en dresser un portrait global (Fortin, 2010).

Ce chapitre présente la méthodologie qui a été adoptée afin de répondre aux objectifs de cette recherche. Seront décrits en détail les participants, le mode et l'instrument de collecte de donnée, le traitement des données ainsi que les considérations éthiques.

3.1 Participants

La population visée par cette recherche constitue tous les enseignants du primaire et du secondaire du Québec qui enseignent dans les écoles francophones. Ces enseignants sont susceptibles de mettre en pratique des méthodes basées sur des neuromythes, ce qui n'est pas souhaitable, d'autant plus que ce sont eux qui assurent la scolarité obligatoire québécoise. Afin de connaître les croyances à l'égard des neuromythes des enseignants du Québec, le plus grand nombre possible d'individus de la population ont constitué l'échantillon. Un questionnaire en ligne était donc destiné à tous les enseignants du primaire et du secondaire des écoles francophones du Québec.

Dans le but de rendre l'échantillon le plus représentatif possible de la population à l'étude, toutes les commissions scolaires et écoles privées du Québec ont d'abord été recensées, puis contactées. Dans le cas des commissions scolaires, un courriel leur a

été envoyé leur demandant d'inviter, par le biais des directions d'écoles, tous leurs enseignants à participer à l'étude et à répondre au questionnaire en ligne en cliquant sur un hyperlien. En ce qui concerne les écoles privées, ce courriel a été envoyé à leur direction. Un rapide retour de courriel leur a été demandé afin d'éviter qu'ils reçoivent une relance de notre part. Le questionnaire a également été publié sur les réseaux sociaux dans l'effort de rejoindre le plus grand nombre d'enseignants de la population à l'étude. L'échantillon est donc composé de tous les enseignants du préscolaire, du primaire et du secondaire des écoles francophones du Québec qui ont accepté de répondre au questionnaire, ce qui en fait un échantillon de convenance puisqu'il nécessite la participation de volontaires (Fortin, 2010). Au total, 972 enseignants ont participé à l'étude.

Afin d'inciter le plus grand nombre d'enseignants possible à participer, un tirage a été proposé aux volontaires. Leur participation à l'étude leur offrait la possibilité de gagner l'une des dix cartes-cadeaux de 100 \$ à la librairie de leur choix. Après un délai de deux semaines, une relance par courriel a été effectuée auprès des commissions scolaires et des directions d'écoles privées n'ayant pas répondu à l'appel afin d'inciter les enseignants qui n'auraient pas encore répondu au questionnaire à le faire. Cette collecte de données a été effectuée de mars à novembre 2017.

3.2 Mode et instrument de collecte de données

La présente section justifie d'abord le choix du questionnaire en ligne dans le cadre de cette recherche, pour ensuite décrire en détail la composition de ce questionnaire.

3.2.1 Justification du choix du questionnaire en ligne

Le questionnaire est une technique de recherche couramment utilisée lors d'enquêtes descriptives visant à connaître les croyances d'une population (Fortin, 2010). Il permet effectivement d'obtenir ces informations en posant directement les questions souhaitées aux répondants. Le questionnaire en ligne, quant à lui, est de plus en plus répandu et présente bon nombre d'avantages. D'abord, ce type de questionnaire permet de rejoindre un grand nombre d'individus en peu de temps, préserve l'anonymat des répondants et permet une économie de papier. Les participants peuvent également y répondre au moment qui leur convient et leurs réponses sont automatiquement transmises à l'administrateur du questionnaire, ce qui évite notamment le risque de perdre une copie papier. Dans le cas de la présente recherche, il a également été avantageux de disposer de l'option d'empêcher les répondants de revenir aux pages précédentes du questionnaire, afin que les questions ultérieures n'influencent pas leurs réponses antérieures. Enfin, un questionnaire en ligne a possiblement permis, dans une certaine mesure, de limiter les discussions entre collègues à propos des questions posées, puisqu'une majorité d'entre eux ont dû le remplir lorsqu'ils étaient seuls, à l'école ou à la maison. La plupart des recherches effectuées sur les neuromythes ont également utilisé un questionnaire en ligne (Dekker *et al.*, 2012; Ferrero *et al.*, 2016; Gleichgerricht *et al.*, 2015; Lethaby et Harries, 2016; Simmonds, 2014).

Toutefois, ce type de questionnaire expose aussi à certains biais. D'abord, il se peut que l'échantillon ne soit pas représentatif de la population, puisque les enseignants qui y ont répondu ont probablement un profil particulier. Il pourrait par exemple s'agir de ceux qui sont suffisamment intéressés ou motivés par le lien entre les neurosciences et l'éducation ou par la recherche en général. De plus, il est possible que certains participants aient répondu de façon moins sérieuse en ligne que sur un questionnaire papier où l'administrateur surveille le déroulement de la passation. Le choix d'un échantillon visant tous les enseignants du Québec avait donc notamment pour but de

minimiser ces biais. Enfin, il est possible que tous les répondants n'aient pas été totalement à l'aise avec la manipulation d'un ordinateur. Cet élément ne devrait toutefois pas avoir occasionné de biais important, d'autant plus que les enseignants sont appelés à travailler régulièrement à l'aide de l'ordinateur et que l'utilisation des technologies de l'information et de la communication est maintenant intégrée aux compétences à développer au cours de la formation à l'enseignement et est de plus en plus répandue. Néanmoins, les enseignants plus ou moins à l'aise avec l'utilisation de l'ordinateur ont probablement décidé de ne pas participer à l'étude.

En ce sens, l'utilisation de la plateforme web *SurveyMonkey* a été adoptée pour ses nombreuses options et sa facilité d'utilisation. Il a suffi de cliquer sur un lien pour accéder au sondage. D'ailleurs, d'autres études portant sur les neuromythes ont utilisé cette plateforme pour ces mêmes raisons, notamment celle d'Alekno (2012).

3.2.2 Composition du questionnaire et justification des choix effectués

Le questionnaire a été présenté aux participants comme un outil pour connaître les conceptions des enseignants du Québec au sujet du cerveau et de l'apprentissage. Le terme *neuromythe* n'a pas été mentionné afin de recueillir les conceptions spontanées des participants et d'éviter un biais qui aurait pu influencer leurs réponses ou entraîner certaines confusions. Le questionnaire a été construit spécifiquement pour cette étude puisque aucun questionnaire existant n'était adapté à ses objectifs. Il est toutefois inspiré des questionnaires des recherches antérieures portant sur les neuromythes, notamment celles de Dekker *et al.* (2012), Rato *et al.* (2013) et Tardif *et al.* (2015). Il a ensuite fait l'objet d'une préexpérimentation, d'abord auprès d'experts (deux professeurs-chercheurs et 4 étudiants-chercheurs du département de didactique de l'UQAM) qui ont vérifié la clarté et la validité des questions et énoncés, puis auprès de 8 enseignants

afin de recueillir leurs commentaires et estimer de façon plus précise le temps de passation du questionnaire, qui a été estimé à environ 15 minutes.

Le questionnaire (voir Annexe A) comprenait deux parties. La première visait à recueillir les informations générales à propos des participants, soit le sexe, les diplômes obtenus, le niveau d'enseignement actuel et le nombre d'années d'expérience en enseignement. Ces variables ont été recueillies afin d'évaluer si l'échantillon était représentatif de la population selon celles-ci et de vérifier si elles étaient liées aux neuromythes puisque, bien que la revue de littérature n'ait pas souligné de relation marquante en ce sens, de légères différences auraient pu être observées, notamment en raison de conditions culturelles (Tardif *et al.*, 2015).

La deuxième partie du questionnaire visait à connaître les taux de prévalence pour chaque neuromythe ainsi que les sources de chacun d'eux. Dix affirmations concernant le fonctionnement cérébral et l'apprentissage ont été présentées. Parmi celles-ci se trouvaient les cinq affirmations en accord avec les connaissances scientifiques suivantes :

- « Lorsque les élèves effectuent des examens, ils sont susceptibles d'activer davantage des régions cérébrales importantes liées à la mémorisation que lorsqu'ils effectuent des périodes d'études » (Zaromb et Roediger, 2010);
- « Lorsque les élèves apprennent, des connexions entre les neurones dans leur cerveau peuvent se créer, se détruire, se renforcer et s'affaiblir » (Maguire *et al.*, 2000);
- « L'ensemble du cerveau arrive à maturité vers le début de l'âge adulte » (Bava *et al.*, 2010);

- « Espacer les périodes d'apprentissage améliore la performance des élèves en favorisant le maintien de l'activation du cerveau » (Callan et Schweighofer, 2010);
- « Les élèves qui croient que l'intelligence est dynamique, c'est-à-dire qu'elle peut s'améliorer, profitent d'un effet bénéfique sur leur apprentissage contrairement à ceux qui croient que l'intelligence est fixe au cours de la vie » (Blackwell *et al.*, 2007).

Les cinq autres affirmations correspondaient aux cinq neuromythes sélectionnés dans le cadre de cette recherche, sous les formes suivantes :

- « Les élèves apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent l'information selon leur style d'apprentissage préféré, parmi les styles auditif, visuel et kinesthésique »;
- « Les élèves possèdent un profil d'intelligence prédominant, par exemple logico-mathématique, musicale, interpersonnelle, dont il faut tenir compte dans l'enseignement »;
- « Des différences entre les élèves dont le cerveau gauche est dominant et ceux dont le cerveau droit est dominant peuvent aider à expliquer des différences d'apprentissage observées chez les élèves »;
- « De courts exercices de coordination, comme toucher sa cheville gauche avec sa main droite et vice-versa, peuvent améliorer la communication entre les deux hémisphères du cerveau »;
- « Nous utilisons environ 10 % de notre cerveau ».

Certains critères quant à l'équivalence des énoncés ont été respectés du mieux possible afin d'éviter de biaiser les résultats, soit la complexité, la longueur et la structure des phrases, le degré de précision des énoncés et leur degré d'applicabilité en éducation.

En effet, un énoncé plus complexe, par exemple, pourrait influencer les réponses des participants dans une certaine direction, par rapport à un énoncé plus simple.

Ainsi, pour chacune des dix affirmations présentées dans la deuxième partie du questionnaire, les participants devaient répondre à deux questions, l'une concernant leur croyance vis-à-vis l'énoncé et l'autre concernant les sources de leur croyance, qu'elle soit en faveur ou non de l'énoncé. Ces affirmations ont été présentées dans un ordre aléatoire pour chaque participant afin d'éviter un biais associé à leur ordre de présentation. La première question proposait aux répondants de déterminer leur niveau d'accord avec l'énoncé présenté, selon une échelle de Likert à cinq niveaux, soit *Fortement en désaccord*, *Plutôt en désaccord*, *Indécis*, *Plutôt en accord* et *Fortement en accord*. L'échelle de Likert a été choisie pour permettre de nuancer les résultats, car un individu se disant *Plutôt en accord* avec un énoncé précise qu'il ne l'est pas fortement, ce qui signifie qu'il manifeste un certain doute, ou qu'il est en accord avec l'énoncé dans certaines circonstances seulement. L'étude de Tardif *et al.* (2015) a d'ailleurs également fait ce choix et ses résultats permettent une interprétation plus détaillée. De plus, disposer de l'option de nuancer son niveau d'accord a pu permettre d'éviter des frustrations liées à l'obligation de prendre une position peu nuancée qui ne reflète pas exactement les croyances du participant. Bien que cela implique certaines limites, l'option *Indécis* a été choisie dans un souci de transparence des résultats; si l'option avait été absente, les participants totalement hésitants auraient tout de même été forcés de répondre parmi les quatre autres choix et été contraints d'adopter une position qu'ils n'appuient pas réellement. La majorité des études sur les neuromythes ont d'ailleurs offert l'option « refuge » à cette question (Dekker *et al.*, 2012; Deligiannidi et Howard-Jones, 2015; Dündar et Gündüz, 2016; Ferrero *et al.*, 2016; Gleichgerricht *et al.*, 2015; Karakus *et al.*, 2015; Lethaby et Harries, 2016; Pei *et al.*, 2015; Rato *et al.*, 2013).

La deuxième question concernant chacune des dix affirmations proposait aux participants de cocher le ou les élément(s) sur le(s)quel(s) ils basaient leur niveau d'accord parmi la liste de sources regroupées par catégories présentée dans le chapitre II. La formulation de ces sources a été adaptée au questionnaire afin que les participants puissent les utiliser pour répondre à la consigne. Les manuels scolaires ont également été intégrés à ces sources dans le but de couvrir un éventail plus large de sources. Des exemples étaient également parfois présentés pour éviter la confusion entre certaines sources (voir la figure 3.1). En effet, la majorité des participants de l'étude de Gleichgerrcht *et al.* (2015) ont probablement mal interprété la source *article scientifique*, contrairement à ceux de l'étude de Ferrero *et al.* (2016), dans laquelle des exemples d'articles scientifiques et non scientifiques étaient présentés. Enfin, les catégories des sources liées aux lacunes dans la communication entre la recherche et la pratique étaient celles présentées au chapitre précédent : *Livres et revues*, *Médias*, *Entourage et Formations*. Ces quatre catégories ont également été présentées dans un ordre aléatoire pour chaque participant, afin d'éviter qu'ils ne lisent que les premières sources. La dernière catégorie constituait celle des sources liées aux biais de la cognition humaine. Ces sources se retrouvaient dans une catégorie décrite par la mention *Personnel* incluant les options suivantes : *Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique* (intuitions), *Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique* (perceptions de l'expérience) et *Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves* (besoin d'application). Les participants avaient la possibilité de cocher plusieurs sources différentes afin de nous permettre de retracer un maximum de sources ayant véhiculé ces informations. Les options *Je ne me souviens plus* et *Autre (veuillez préciser : _____)* étaient également disponibles afin de fournir un éventail de possibilités le plus exhaustif possible. La figure 3.1 présente la façon dont étaient présentées les sources dans le questionnaire.

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

Livre/manuel scolaire

Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)

Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

Actualité (journal, télévision, radio)

Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet

Publicité

Entourage :

Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire

Direction d'école/consellier pédagogique

Famille/ami(e)

Formations :

Formation universitaire

Formation offerte par le milieu de travail

Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique

Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique

Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

Figure 3.1 Présentation des sources mentionnées dans le questionnaire

Puisque cette étude est de nature quantitative, des questions fermées représentaient un choix plus judicieux que des questions ouvertes. Elles permettent effectivement de compiler les résultats de façon objective et ces derniers représentent exactement ce que les participants ont coché. Ce type de question permet également de généraliser davantage les résultats qu'une approche qualitative plus ouverte et permet une comparaison plus directe avec les résultats des autres études. La seule question ouverte suggère de spécifier une source qui n'aurait pas été proposée dans le questionnaire et permet d'obtenir un portrait encore plus exact des sources de certains neuromythes. Néanmoins, des questions fermées impliquaient également certaines limites. D'abord, bien qu'un effort ait été effectué pour offrir la possibilité de nuancer les avis et pour fournir une liste de sources la plus exhaustive possible, les questions fermées ont contraint les participants dans leurs réponses. Il s'agit naturellement des limites d'une étude quantitative. De plus, il est toujours possible que les participants aient interprété de différentes façons les questions et énoncés; cette limite a toutefois été minimisée par la validation du questionnaire par des experts ainsi que la préexpérimentation auprès d'enseignants.

D'autres biais ont également pu être liés à l'exactitude et la véracité des réponses des participants. Par exemple, certains d'entre eux ont pu, par souci de bien paraître, répondre en fonction de ce qu'ils croyaient *devoir* répondre, plutôt que de répondre selon leurs croyances. Les consignes du questionnaire ont toutefois explicité que le but de l'étude était de connaître ce que les participants pensent réellement et donc qu'il leur était demandé de répondre avec honnêteté. L'anonymat du questionnaire a également pu contribuer à minimiser cette limite. L'incitatif du tirage d'une carte-cadeau de 100 \$ a également pu inciter des enseignants à répondre au questionnaire de façon plus ou moins sérieuse. Finalement, étant donné que la question sur les sources exigeait des participants qu'ils se remémorent des souvenirs, il peut y avoir un écart entre la réalité et ce qu'ils ont rapporté. L'option *Je ne me souviens plus* visait donc à éviter de biaiser les réponses aux autres sources et ainsi recueillir des informations sur

les sources les plus exactes possible. Ainsi, ce questionnaire, inspiré de questionnaires antérieurs minutieusement analysés, visait à représenter les croyances des enseignants à l'égard des neuromythes de la façon la plus fiable et la plus valide qui soit.

3.3 Traitement des données

Afin d'analyser les données obtenues, elles ont d'abord été compilées avec le logiciel *Excel* de *Microsoft* et ensuite traitées à l'aide du logiciel *SPSS* (Statistical Package for the Social Sciences) – version 22.0. Des analyses descriptives ont ensuite été effectuées pour connaître les taux de prévalence de chaque neuromythe et les principales sources de ceux-ci. En ce qui concerne la question sur le niveau d'accord envers les énoncés, les choix de réponse *Fortement en accord* et *Plutôt en accord* ont été regroupés pour déterminer le pourcentage de participants qui adhèrent à chacun des neuromythes. Les taux de prévalence pour chacun d'eux ont ainsi pu être déterminés, répondant au premier objectif de cette étude. De la même façon, les choix de réponse *Fortement en désaccord* et *Plutôt en désaccord* ont été regroupés pour déterminer le pourcentage de participants qui n'adhèrent pas à chacun des neuromythes. Il a également été possible de nuancer les interprétations en examinant les pourcentages d'enseignants qui ont coché *Fortement en accord* par rapport à ceux qui ont choisi *Plutôt en accord*.

Puis, à la question concernant les sources des neuromythes, les réponses des répondants qui *adhèrent* à chaque neuromythe ont d'abord servi à analyser les sources principales de chacun d'eux. Ainsi, en cohérence avec le deuxième objectif de cette recherche, les sources de chaque neuromythe ont été identifiées à l'aide des pourcentages obtenus pour chacune des sources. La moyenne générale de chacune des sources pour l'ensemble des neuromythes a également été calculée. De cette façon, il a été possible d'observer quelles sources semblent déterminantes dans l'adhésion à des neuromythes de façon générale.

Toujours en lien avec le deuxième objectif de la recherche, des analyses descriptives ont permis à l'inverse de retracer les sources qui sont liées à la non-adhésion aux neuromythes à l'aide des réponses des répondants *qui n'adhèrent pas* à chacun d'eux. Nous avons donc identifié les sources qui ont informé les participants soit de l'information scientifique au sujet de l'énoncé, soit du fait qu'il s'agissait d'un neuromythe. Les principales sources véhiculant l'information scientifique ont donc pu être retracées et ainsi fournir des indices vers des pistes de solution à la problématique des neuromythes en éducation. Par exemple, certaines sources pourraient être à privilégier pour atteindre et modifier les croyances des enseignants quant aux neuromythes.

3.4 Considérations éthiques

Les enseignants du préscolaire, du primaire et du secondaire des écoles francophones du Québec ont été invités par courriel à répondre au questionnaire. Ils ont été avisés que leur participation était entièrement volontaire et anonyme. Le formulaire de consentement leur a été présenté au début du questionnaire et les enseignants consentant à participer ont mentionné qu'ils acceptaient de participer à la recherche en cliquant à l'endroit désigné. Le questionnaire préservant l'anonymat des répondants, les données recueillies sont conservées en toute confidentialité. Il n'est pas possible de relier un enseignant aux réponses qu'il a fournies et la publication des résultats ne permettra en aucun cas d'identifier un participant. Ce projet de recherche a également obtenu un certificat d'approbation éthique des Comités d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CERPE 3) portant le numéro 1622 en date du 27 février 2017.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats obtenus suite à la collecte et l'analyse des données ($n = 972$). Seront d'abord exposés les résultats concernant la prévalence au Québec des cinq neuromythes étudiés, suivis des résultats quant aux sources liées à l'adhésion à ces neuromythes et de ceux liés à leur non-adhésion. Ces résultats permettent ainsi de répondre aux deux objectifs de recherche consistant à *établir le niveau de prévalence de certains neuromythes chez les enseignants du Québec* et à *identifier les sources liées à l'adhésion ou non à chaque neuromythe*.

4.1 Résultats concernant la prévalence

La première partie du questionnaire visait à recueillir la proportion d'enseignants se disant en accord avec chacun des cinq neuromythes afin d'établir leur niveau de prévalence, soit le premier objectif de la présente recherche. Le tableau 4.1 présente donc le pourcentage d'adhésion des enseignants à chacun d'eux.

Les participants devaient préciser leur niveau d'accord vis-à-vis de l'énoncé à l'aide d'une échelle de Likert à cinq niveaux : (1) *Fortement en désaccord*, (2) *Plutôt en désaccord*, (3) *Indécis*, (4) *Plutôt en accord* et (5) *Fortement en accord*. D'autres études ayant procédé ainsi (p. ex. Tardif *et al.*, 2015), la prévalence de chaque neuromythe a été calculée en additionnant les pourcentages de participants *Plutôt en accord* et *Fortement en accord*.

Tableau 4.1 Niveau d'accord et prévalence des cinq neuromythes étudiés

Neuromythe	Niveau d'accord					Prévalence (4+5)
	1	2	3	4	5	
Styles d'apprentissage	8 %	11 %	7 %	43 %	31 %	74 %
Intelligences multiples	8 %	11 %	13 %	47 %	21 %	68 %
Dominance hémisphérique	6 %	9 %	28 %	44 %	13 %	57 %
Exercices de coordination	7 %	11 %	36 %	33 %	13 %	46 %
Utilisation de 10 % du cerveau	21 %	16 %	19 %	32 %	12 %	44 %

Note : (1) *Fortement en désaccord*, (2) *Plutôt en désaccord*, (3) *Indécis*, (4) *Plutôt en accord* et (5) *Fortement en accord*.

De façon générale, on observe que ces taux de prévalence sont relativement élevés. En effet, la majorité des participants se disent *en accord* (4+5) avec les neuromythes relatifs aux styles d'apprentissage (74 %), aux intelligences multiples (68 %) et à la dominance hémisphérique (57 %), tandis qu'un peu moins de la moitié d'entre eux se disent en accord avec ceux relatifs aux exercices de coordination (46 %) et à l'utilisation de 10 % du cerveau (44 %). On remarque également qu'une plus grande proportion de participants a généralement répondu *Plutôt en accord* aux énoncés, excepté pour le neuromythe lié aux exercices de coordination, pour lequel on retrouve une majorité d'indécis, soit 36 %. En contrepartie, on observe une faible minorité en ce qui concerne la proportion de participants *en désaccord* (1+2) avec les énoncés représentant les neuromythes relatifs aux styles d'apprentissage (19 %), aux intelligences multiples (19 %), à la dominance hémisphérique (15 %) et aux exercices de coordination (18 %). On remarque une plus forte proportion de participants en désaccord avec le neuromythe lié à l'utilisation de 10 % du cerveau, soit 37 %.

4.2 Résultats concernant les sources

Les résultats suivants sont ceux permettant de répondre au deuxième objectif de cette recherche, soit l'identification des sources liées à l'adhésion ou non à chaque neuromythe, et ont été obtenus grâce aux questions de la deuxième partie du questionnaire.

4.2.1 Sources liées à l'adhésion aux neuromythes

D'abord, en sélectionnant les participants s'étant positionnés *en accord* avec chaque neuromythe, il a été possible de relever les sources auxquelles ils attribuaient leur accord à l'énoncé. Le tableau 4.2 présente donc le pourcentage attribué à chacune des sources par les participants adhérant aux neuromythes, et ce, pour chacun d'eux. Pour chaque neuromythe, les deux sources les plus citées ont été mises en caractères gras.

Tableau 4.2 Sources liées à l'adhésion aux neuromythes

Sources	Styles d'apprentissage	Intelligences multiples	Dominance hémisphérique	Exercices de coordination	Utilisation de 10 % du cerveau
Livres/manuels scolaires	28 %	24 %	16 %	16 %	16 %
Revue/magazines	14 %	17 %	16 %	16 %	21 %
Articles de recherche	23 %	24 %	22 %	15 %	28 %
Actualités	18 %	19 %	22 %	18 %	53 %
Réseaux sociaux	6 %	6 %	7 %	6 %	11 %
Publicités	1 %	0 %	1 %	2 %	3 %
Collègues	30 %	27 %	20 %	21 %	11 %
Directions/conseillers	15 %	13 %	7 %	5 %	4 %
Famille/amis	9 %	9 %	10 %	9 %	12 %
Formations universitaires	55 %	48 %	35 %	26 %	30 %
Formations milieu de travail	36 %	34 %	23 %	19 %	14 %
Conférences/ateliers congrès	25 %	24 %	19 %	17 %	15 %
Ça m'apparaît logique	42 %	35 %	47 %	50 %	19 %
Je l'observe dans ma pratique	62 %	58 %	30 %	18 %	7 %
Ça correspond aux besoins des élèves	38 %	30 %	12 %	9 %	1 %
Je ne me souviens plus	1 %	1 %	4 %	5 %	7 %

Note : Pour chaque neuromythe, les deux sources les plus citées ont été mises en caractères gras.

En ce qui concerne le neuromythe lié aux styles d'apprentissage (1), la source la plus citée par les participants y adhérant est celle relative aux perceptions de l'expérience, présentée par l'expression *Je l'observe dans ma pratique*, à 62 %, suivie par les formations universitaires avec un taux de 55 %. Le même schéma s'observe pour le neuromythe relatif aux intelligences multiples (2), présentant comme sources principales les perceptions de l'expérience à 58 % et les formations universitaires à 48 %. Le neuromythe de la dominance hémisphérique (3) serait quant à lui d'abord lié aux sources relatives aux intuitions (*Ça m'apparaît logique*) à 47 %, puis également aux formations universitaires à 35 %. De façon semblable, 50 % des participants adhérant au neuromythe relatif aux exercices de coordination (4) attribuent leur croyance à leurs intuitions, tandis que 26 % mentionnent en avoir pris connaissance au cours de formations universitaires. Finalement, environ la moitié (53 %) des participants adhérant au neuromythe de l'utilisation de 10 % du cerveau (5) a précisé que cette idée leur provenait des actualités, tandis que 30 % ont spécifié qu'elle leur provenait de formations universitaires. Ainsi, de façon générale, on constate que les principales sources citées par les participants adhérant aux neuromythes sont liées aux perceptions de l'expérience, aux intuitions ainsi qu'aux formations universitaires.

D'ailleurs, la figure 4.1 présente les sources citées par les participants adhérant aux neuromythes lorsque les cinq neuromythes sont combinés.

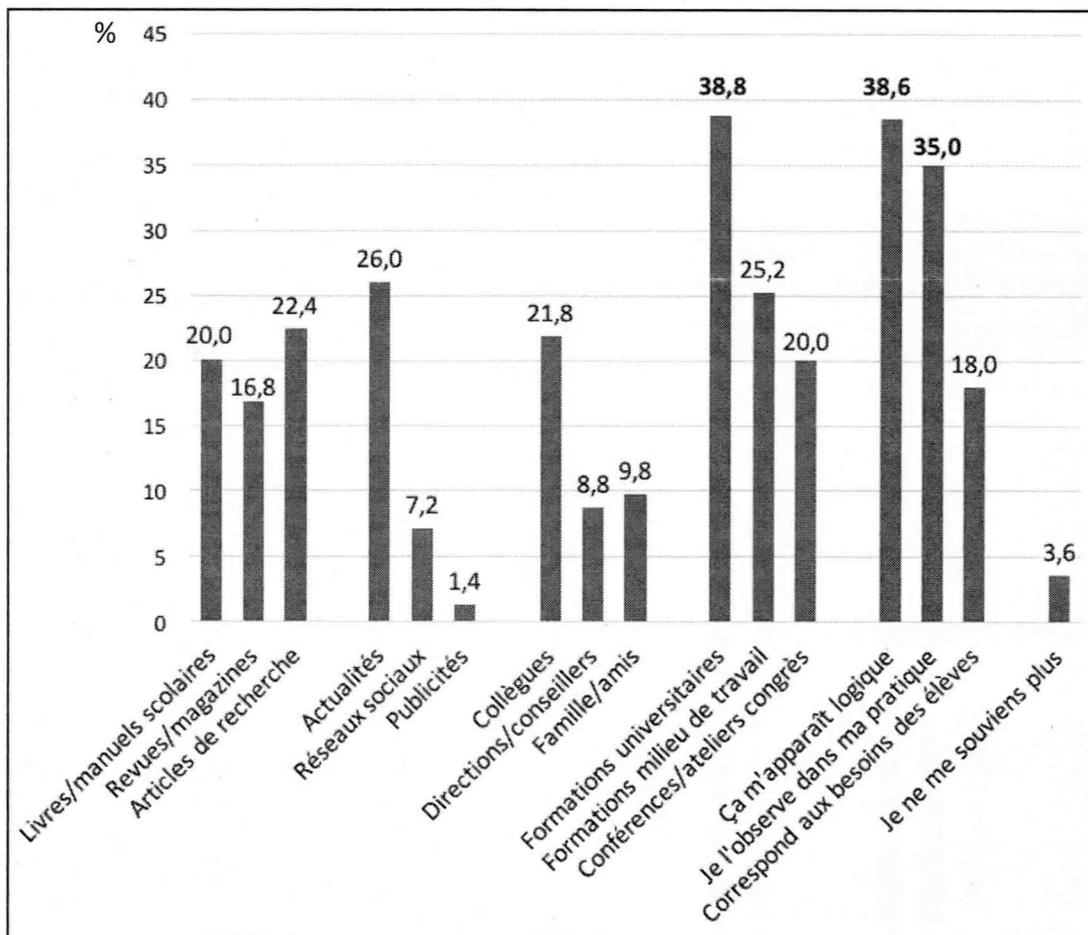


Figure 4.1 Sources liées à l'adhésion aux cinq neuromythes

Note : Les pourcentages des trois sources les plus fréquentes ont été mis en caractères gras.

En effet, on constate que les formations universitaires sont citées le plus souvent à 38,8 %, suivies de près par les intuitions (*Ça m'apparaît logique*) à 38,6 % et les perceptions de l'expérience (*Je l'observe dans ma pratique*) à 35,0 %. Les sources liées aux biais cognitifs sont donc souvent mentionnées par les participants. Par ailleurs, ces trois sources sont nettement plus citées que les autres sources. La source suivante la plus mentionnée est liée aux actualités à 26,0 %, source principalement reliée au neuromythe relatif à l'utilisation de 10 % du cerveau, comme le tableau précédent le démontre. Un test t a également permis d'observer une relation significative ($p < 0,0001$) de grande taille ($d = 0,91$) entre l'expérience en enseignement des

participants et l'évocation des formations universitaires comme sources de neuromythes, les participants détenant moins de cinq ans d'expérience en enseignement citent davantage les formations universitaires que ceux ayant plus d'expérience. En d'autres mots, les participants ayant le moins d'années d'expérience en enseignement (moins de cinq ans) qui croient à des neuromythes citent davantage les formations universitaires comme source de leurs croyances.

Par ailleurs, des analyses statistiques ont également été effectuées afin de vérifier si d'autres facteurs pourraient expliquer l'adhésion à des neuromythes. D'abord, des ANOVAs à un facteur n'ont révélé aucune relation significative entre le nombre d'années d'expérience et l'adhésion aux neuromythes, ni entre le niveau du dernier diplôme universitaire obtenu (baccalauréat, maîtrise, doctorat) et l'adhésion aux neuromythes. Un test t n'a également révélé aucune différence significative entre les enseignants du primaire et ceux du secondaire quant à l'adhésion aux neuromythes.

4.2.2 Sources liées à la non-adhésion aux neuromythes

Les données recueillies par le questionnaire ont également permis de retracer les sources liées à la non-adhésion aux neuromythes, permettant de répondre aussi au deuxième objectif de recherche. En effet, en sélectionnant les participants s'étant positionnés *en désaccord* (1 + 2) avec chaque neuromythe, il est possible d'observer les sources qui soutiennent leur désaccord, c'est-à-dire les sources les ayant menés à adhérer à la conception scientifique au sujet de l'énoncé. Le tableau 4.3 présente donc ces sources.

Tableau 4.3 Sources liées à la non-adhésion aux neuromythes

Sources	Styles d'apprentissage	Intelligences multiples	Dominance hémisphérique	Exercices de coordination	Utilisation de 10 % du cerveau
Livres/manuels scolaires	11 %	9 %	9 %	9 %	16 %
Revue/magazines	18 %	15 %	12 %	10 %	25 %
Articles de recherche	31 %	32 %	20 %	18 %	30 %
Actualités	13 %	11 %	9 %	8 %	23 %
Réseaux sociaux	8 %	9 %	6 %	4 %	7 %
Publicités	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Collègues	11 %	11 %	6 %	5 %	7 %
Directions/conseillers	7 %	4 %	1 %	2 %	5 %
Famille/amis	2 %	2 %	1 %	2 %	4 %
Formations universitaires	17 %	20 %	16 %	16 %	25 %
Formations milieu de travail	26 %	17 %	12 %	13 %	12 %
Conférences/ateliers congrès	37 %	35 %	23 %	20 %	22 %
Ça m'apparaît illogique	12 %	13 %	30 %	35 %	37 %
Je ne l'observe pas dans ma pratique	21 %	20 %	10 %	4 %	6 %
Ça ne correspond pas aux besoins des élèves	6 %	3 %	1 %	2 %	0 %
Je ne me souviens plus	2 %	4 %	8 %	8 %	5 %

Les deux principales sources liées à la non-adhésion à la théorie des styles d'apprentissage (1) sont les conférences et ateliers de congrès à 37 % et les articles scientifiques à 31 %. Ces mêmes sources sont également les plus liées à la non-adhésion aux intelligences multiples (2), avec 35 % pour les conférences et ateliers de congrès et 32 % pour les articles scientifiques. Les sources les plus citées par les participants n'adhérant pas à la théorie de la dominance hémisphérique (3) sont les intuitions (*Ça m'apparaît illogique*) à 30 % et les conférences et ateliers de congrès à 23 %. On observe les mêmes sources pour le neuromythe lié aux exercices de coordination (4), affichant 35 % pour les intuitions et 20 % pour les conférences et ateliers de congrès. Enfin, les intuitions sont la source la plus citée par les participants n'adhérant pas à l'idée selon laquelle nous utilisons 10 % de notre cerveau (5) avec un taux de 37 %, suivie par les articles scientifiques à un taux de 30 %.

La figure 4.2, quant à elle, présente ces sources pour les cinq neuromythes combinés.

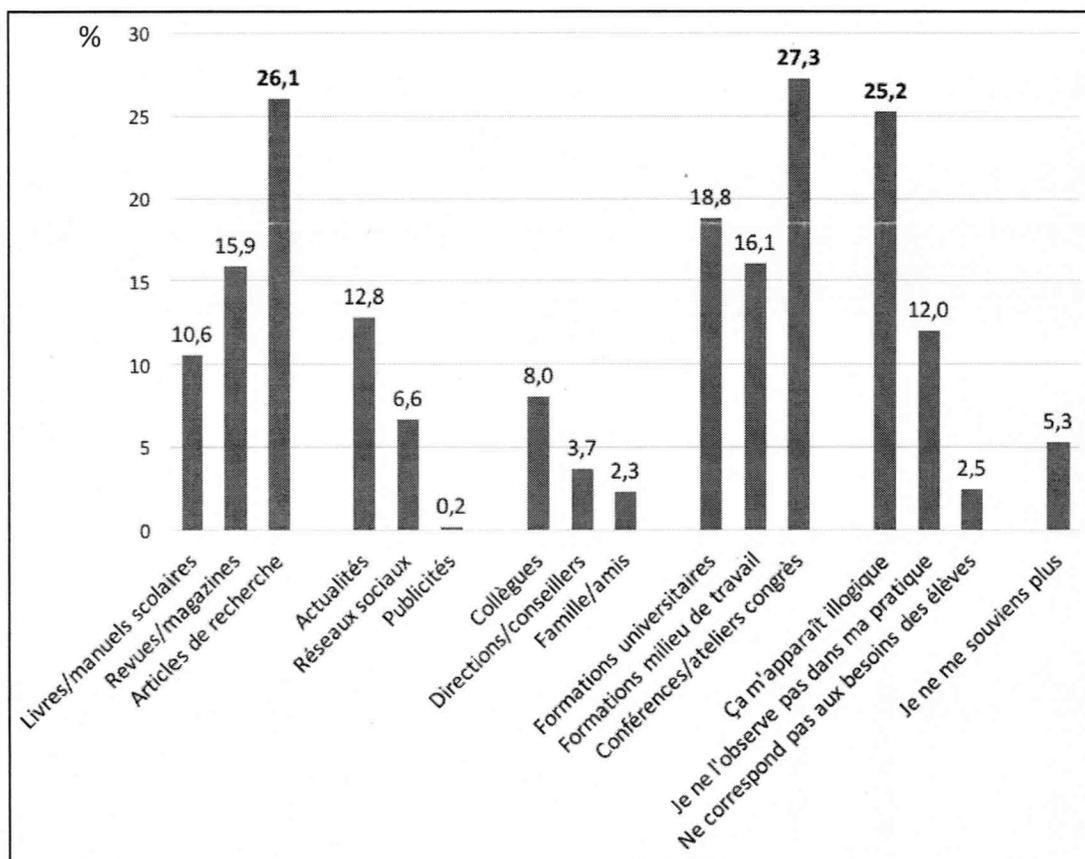


Figure 4.2 Sources liées à la non-adhésion aux cinq neuromythes

Note : Les pourcentages des trois sources les plus fréquentes ont été mis en caractères gras.

Avec des pourcentages très similaires, les sources les plus citées comme ayant mené les participants à adhérer à des conceptions scientifiques, surpassant nettement les autres, sont les conférences et ateliers de congrès à 27,3 %, les articles de recherche (articles scientifiques) à 26,1 % et les intuitions (*Ça m'apparaît illogique*) à 25,2 %. On retrouve ensuite les formations universitaires avec un taux de 18,8 %. Un test t a d'ailleurs permis de révéler une relation significative ($p < 0,0001$) de grande taille ($d = 0,81$) entre l'expérience en enseignement des participants et l'évocation des formations universitaires comme sources à l'origine de leur non-adhésion aux énoncés qui constituent des neuromythes. En effet, encore une fois, les participants de moins de

cinq ans d'expérience en enseignement ont davantage cité les formations universitaires que ceux détenant plus d'années d'expérience.

Dans l'ensemble, les résultats concernant la prévalence chez les enseignants du Québec des cinq neuromythes étudiés dans le cadre de cette recherche montrent des taux de prévalence relativement élevés. En ce qui concerne les sources liées à l'adhésion à des neuromythes, les intuitions, les perceptions de l'expérience et les formations universitaires sont les plus souvent citées par les participants adhérant aux neuromythes. Quant aux sources liées à la non-adhésion aux neuromythes, les articles scientifiques, les conférences et ateliers de congrès et les intuitions sont les principales sources mentionnées par les participants n'adhérant pas aux neuromythes. Il est finalement possible de constater que les intuitions sont à la fois citées comme sources liées à l'adhésion à des neuromythes et comme sources liées à leur non-adhésion.

CHAPITRE V

DISCUSSION

À la lumière des résultats exposés au chapitre précédent, ce chapitre présente l'interprétation de ces résultats, d'abord concernant la prévalence des neuromythes et ensuite concernant les sources liées à l'adhésion et à la non-adhésion à ceux-ci. Puis, les retombées possibles pour la pratique seront soulignées et les limites de la présente recherche seront discutées.

5.1 Interprétation des résultats concernant la prévalence

Comme le montre le tableau 5.1, les taux de prévalence observés chez les enseignants du Québec sont inférieurs à ceux relevés par diverses études ailleurs dans le monde, bien qu'ils demeurent relativement élevés. Encore une fois, ces résultats sont toutefois difficilement comparables entre eux puisque chaque étude a utilisé une méthodologie différente. Il est donc important de rester prudent face aux interprétations qui suivent.

Tableau 5.1 Prévalence des cinq neuromythes chez les enseignants

Neuromythe	Prévalence chez les enseignants										
	Royaume-Uni	Pays-Bas	États-Unis	Turquie	Grèce	Chine	Suisse francophone	Amérique latine	Espagne	Moyenne	Québec
Styles d'apprentissage	93 %	96 %	94 %	97 %	96 %	97 %	96 %	91 %	91 %	95 %	74 %
Intelligences multiples	ND	ND	99 %	ND	ND	ND	ND	ND	ND	99 %	68 %
Dominance hémisphérique	91 %	86 %	78 %	79 %	74 %	71 %	85 %	73 %	67 %	78 %	57 %
Exercices de coordination	88 %	82 %	ND	69 %	60 %	84 %	ND	78 %	77 %	77 %	46 %
Utilisation de 10 % du cerveau	48 %	46 %	89 %	46 %	43 %	59 %	ND	61 %	44 %	55 %	44 %

Note : Les données pour le Royaume-Uni et les Pays-Bas proviennent d'une étude de Dekker *et al.* (2012), celles pour la Turquie de Howard-Jones (2014) et Dündar et Gündüz (2016), celles pour la Grèce et la Chine de Howard-Jones (2014), celles pour l'Espagne de Ferrero *et al.* (2016), celles pour l'Amérique latine de Gleichgerrcht *et al.* (2015), celles pour les États-Unis de Alekno (2012) et celles pour la Suisse francophone de Tardif *et al.* (2015). ND = Données non disponibles

Il semble toute de même que deux hypothèses puissent expliquer cette différence. Premièrement, il est possible qu'elle soit due à une caractéristique propre au Québec, qui ferait en sorte que cette province présente une prévalence des neuromythes moindre qu'ailleurs dans le monde. Par exemple, il se peut que les enseignants du Québec adhèrent généralement moins à des neuromythes que les enseignants d'autres pays, parce que ces idées sont moins propagées qu'ailleurs par diverses sources. En effet, des résultats de recherche antérieurs mettent en évidence que les médias et les lectures sont des sources importantes liées aux neuromythes, notamment en Suisse francophone (Tardif *et al.*, 2015), ce qui ne semble pas être le cas au Québec, considérant les résultats obtenus. Il est également possible que les informations présentant ces énoncés comme des neuromythes soient de plus en plus répandues au Québec par le biais de sources liées à leur non-adhésion, notamment les conférences et ateliers de congrès, ce qui aurait pour effet de commencer à les dissiper.

Deuxièmement, cette différence pourrait également être expliquée par une diminution générale internationale de la prévalence des neuromythes chez les enseignants, comme le suggèrent Newton et Miah (2017). En effet, il est possible que dans plusieurs pays, l'information selon laquelle ces idées constituent des neuromythes se répande avec le temps et donc que les taux de prévalence des enseignants y adhérant diminuent. Par exemple, comme mentionné plus haut, il est possible que non seulement au Québec mais dans plusieurs pays, des conférences et ateliers de congrès réfutent certains neuromythes répandus et que cela entraîne une diminution de leur prévalence. La figure 5.1 présente l'évolution de la prévalence des neuromythes dans le temps. Un coefficient de corrélation de $r = -0,48$ suggère effectivement une diminution de la prévalence dans le temps. Toutefois, on constate que cette diminution est essentiellement présente en 2017. En effet, lorsque l'on retire les résultats de l'année 2017, ce coefficient est de $r = 0,26$, ce qui permet de conclure qu'il ne s'agit pas d'une tendance générale. Il est donc possible de penser que les neuromythes commencent tout juste à se dissiper, peut-être en raison d'un plus grand nombre d'informations les

réfutant. Néanmoins, il est nécessaire de rester prudent face à cette hypothèse puisque seulement deux études sont présentées pour l'année 2017 (la présente étude et celle de Newton et Miah, 2017), d'autant plus que toutes les études incluses ne sont pas véritablement comparables entre elles, ayant utilisé des méthodologies et populations différentes.

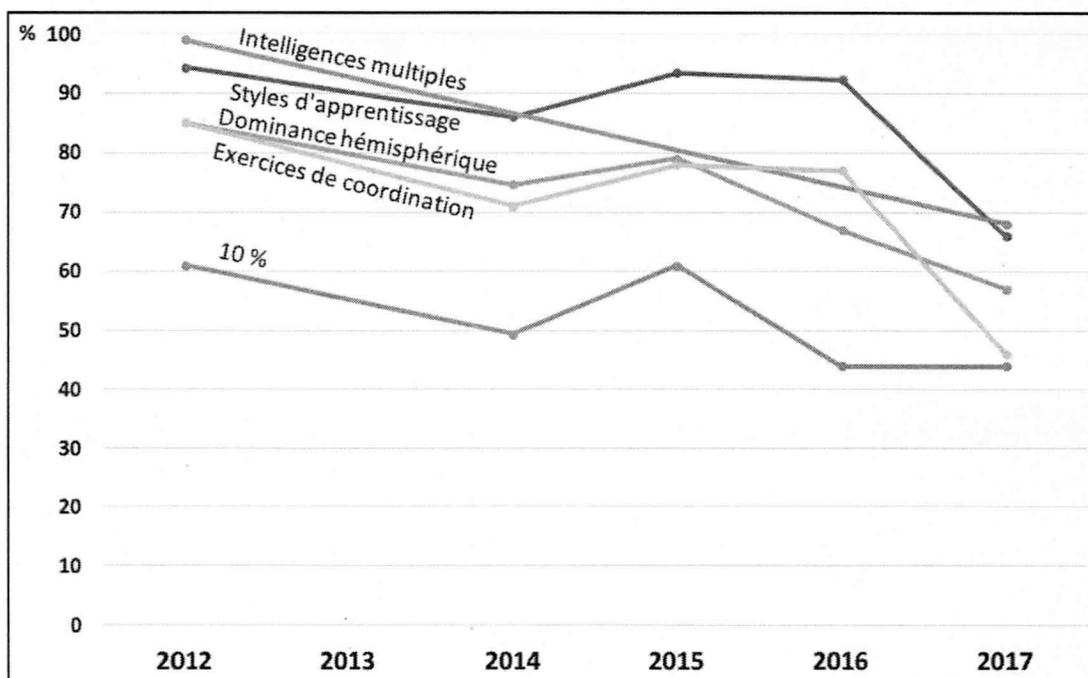


Figure 5.1 Évolution de la prévalence des neuromythes dans le temps

Par ailleurs, il est intéressant de constater une nette diminution de la prévalence relative au neuromythe lié aux styles d'apprentissage chez les enseignants du Royaume-Uni, comme en témoigne la figure 5.2. Des données semblables pour les autres neuromythes n'étant pas disponibles, nous ne présentons ici que celles relatives aux styles d'apprentissage. Comme le montre la figure 5.2, Dekker *et al.* ont obtenu en 2012 un taux de prévalence de 93 % pour ce neuromythe. En 2014, l'étude de Simmonds a demandé aux enseignants du Royaume-Uni s'ils utilisaient la théorie des styles d'apprentissage dans leur pratique, plutôt que leur niveau d'adhésion avec cette théorie.

Toutefois, 76 % des enseignants ont répondu en faire usage dans leur pratique. Nous pouvons raisonnablement supposer qu'ils adhèrent donc à cette théorie. Finalement, Newton et Miah rapportent en 2017 que 58 % des enseignants du Royaume-Uni adhèrent au neuromythe relatif aux styles d'apprentissage. Bien qu'il faille rester prudent quant aux conclusions qu'il est possible de tirer de ces trois études, notamment parce qu'elles n'ont pas employé une méthodologie identique, une franche diminution de l'adhésion à la théorie des styles d'apprentissage s'observe au Royaume-Uni, tel que le présente la figure 5.2. Il est possible que cette diminution soit également due à l'effort déployé pour dissiper ce neuromythe, entre autres, chez les enseignants du Royaume-Uni. En effet, des initiatives visant à améliorer le lien entre neurosciences et éducation en s'appuyant sur les données probantes ont été déployées au Royaume-Uni dans les dernières années, comme celle du *Wellcome Trust* (voir Simmonds, 2014).

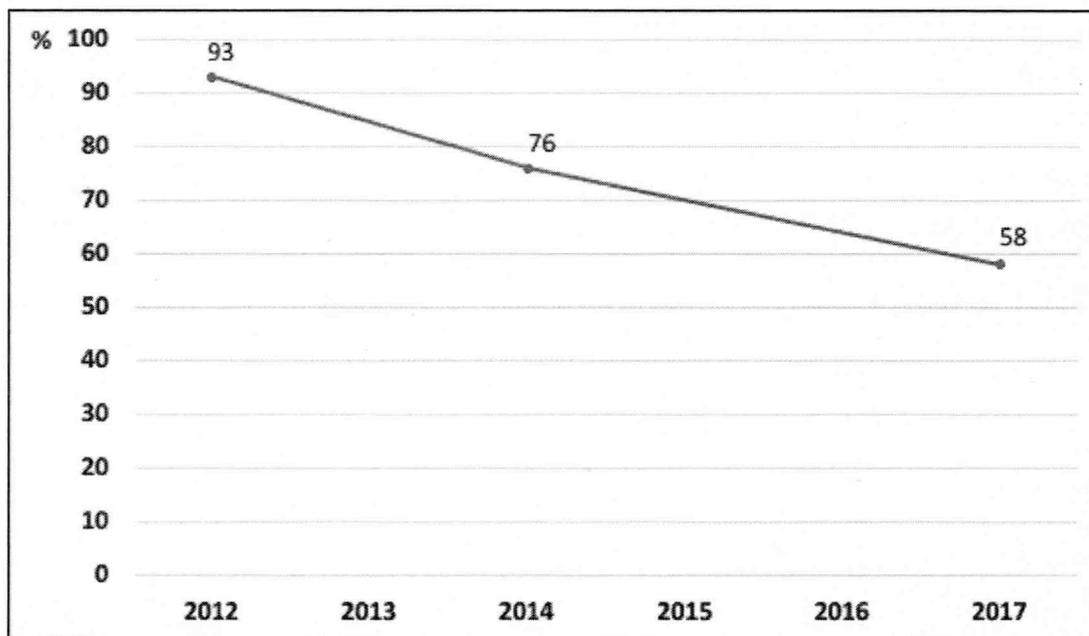


Figure 5.2 Évolution de la prévalence du neuromythe relatif aux styles d'apprentissage chez les enseignants du Royaume-Uni

Somme toute, les résultats de la présente étude concernant la prévalence des neuromythes chez les enseignants du Québec révèlent une prévalence moindre qu'ailleurs dans le monde. Toutefois, ces taux demeurent tout de même élevés, suggérant que ces neuromythes sont également largement répandus chez les enseignants du Québec.

5.2 Interprétation des résultats concernant les sources

5.2.1 Sources liées à l'adhésion aux neuromythes

Comme le présentent le tableau 4.2 et la figure 4.1, les principaux résultats concernant les sources liées à l'adhésion aux neuromythes sont les biais cognitifs (73,6 %), plus spécifiquement les intuitions (38,6 %) et les perceptions de l'expérience (35 %), ainsi que les formations universitaires (38,8 %). Comme il a été mentionné au chapitre II, la littérature suggérait que les biais cognitifs jouaient un rôle important dans l'adhésion aux neuromythes, mais peu d'études empiriques s'y étaient intéressés. La présente recherche semble confirmer la part de responsabilité de ces biais, les classant même en première position pour quatre des cinq neuromythes étudiés. Seul l'énoncé concernant l'utilisation de 10 % du cerveau semble moins lié à ce type de source. Il semble donc que les croyances des enseignants du Québec face aux neuromythes soient fortement influencées par leurs intuitions, c'est-à-dire ce qui leur semble logique, et par les perceptions de ce qu'ils observent dans leur pratique. Plus spécifiquement, il semble que les enseignants perçoivent dans leur pratique que les théories des styles d'apprentissage et des intelligences multiples sont efficaces pour l'apprentissage des élèves, tandis qu'ils adhéreraient aux théories de la dominance hémisphérique et des exercices de coordination (comme ceux proposés par *Brain Gym*) parce qu'elles leur semblent logiques. Puisque ces quatre théories constituent des neuromythes au sens où

nous les avons décrits au chapitre II, ces résultats viennent appuyer l'idée selon laquelle nos perceptions peuvent facilement être biaisées par divers facteurs et l'idée selon laquelle nos intuitions peuvent être trompeuses, comme le rapporte également la recherche sur le changement conceptuel en sciences, les conceptions non scientifiques des élèves étant régulièrement influencées par leurs perceptions et intuitions (Brault Foisy *et al.*, 2015; Masson *et al.*, 2014; Potvin *et al.*, 2014; Wandersee *et al.*, 1994).

La source liée aux formations universitaires est celle citée en second lieu pour chacun des cinq neuromythes étudiés, avec une moyenne de 38,8 % lorsqu'ils sont combinés. Ce résultat peut sembler surprenant, mais certaines études avaient déjà rapporté que des neuromythes étaient enseignés à la formation à l'enseignement dans différents pays (Lethaby et Harries, 2016; Tardif *et al.*, 2015). Il semble que ce soit également le cas au Québec pour ces cinq neuromythes. Toutefois, il est important d'être prudent dans l'interprétation de ce résultat. La recherche en éducation étant relativement jeune, il est normal que la formation à l'enseignement se soit d'abord appuyée sur des intuitions. En effet, la formation à l'enseignement a d'abord dû s'appuyer sur des idées ou intuitions qui n'avaient pas été validées scientifiquement, puisque la recherche en éducation était peu développée. Il est également possible que les enseignants ayant rapporté les formations universitaires comme source de neuromythes aient interprété de façon erronée les notions présentées dans leurs cours ou aient extrapolé certains éléments. Le lien significatif entre l'expérience d'enseignement des participants et les formations universitaires comme sources des neuromythes a aussi permis d'observer une grande taille d'effet, les participants de moins de cinq ans d'expérience les citant davantage. Il est possible que les formations universitaires plus récentes propagent plus de neuromythes que les plus anciennes, mais il peut également s'agir d'un effet de récence, les enseignants de moins de cinq ans d'expérience ayant tendance à mentionner davantage leur formation puisqu'elle est encore récente dans leur mémoire (voir section 5.2.2).

Par ailleurs, à la lumière des résultats obtenus, le nombre d'années d'expérience en enseignement, le niveau du dernier diplôme obtenu et le fait d'enseigner au primaire ou au secondaire ne semble pas avoir un impact sur l'adhésion aux neuromythes. Finalement, les résultats du questionnaire nous ont aussi permis de retracer les sources citées par les participants quant aux cinq énoncés représentant des conceptions scientifiques, c'est-à-dire étant appuyés par la recherche. De façon intéressante, on constate que les sources des conceptions scientifiques semblent également être les biais cognitifs et les formations universitaires. Ces deux types de sources auraient donc un rôle important à jouer à la fois dans la croyance à des informations scientifiques et non scientifiques.

5.2.2 Sources liées à la non-adhésion aux neuromythes

Les sources les plus citées ayant mené les participants à ne pas adhérer aux neuromythes sont principalement les conférences et ateliers de congrès (27,3 %), les articles scientifiques (26,1 %) et les intuitions (25,2 %) (voir figure 4.2).

Il est étonnant que les articles scientifiques soient parmi les sources les plus citées, puisque les enseignants n'ont généralement pas accès à ce type d'articles. Comme il a été mentionné dans l'étude de Gleichgerrcht *et al.* (2015), il est possible les enseignants aient cité les articles scientifiques comme sources, mais qu'ils réfèrent en réalité à d'autres types de sources comme des articles de vulgarisation scientifique ou encore des conférences référant à des articles scientifiques. Néanmoins, il n'est pas surprenant de constater que les articles scientifiques (ou de vulgarisation scientifique) et les conférences et ateliers de congrès soient les principaux responsables de la propagation d'information scientifique, puisqu'ils constituent des sources scientifiques et de vulgarisation scientifique. Ce sont donc des sources plus susceptibles de fournir des informations scientifiques et il est rassurant de constater que ces sources constituent

effectivement des vecteurs de diffusion efficaces. Toutefois, les enseignants ayant cité ces sources comme étant à l'origine de leur non-adhésion aux neuromythes sont ceux n'adhérant pas aux neuromythes; ils constituent donc une faible proportion des participants. Il est finalement intéressant de souligner que les formations universitaires sont également citées avec un taux de 18,8 %, ce qui renforce la conclusion selon laquelle ce type de formation peut fournir à la fois du contenu scientifique et non scientifique. Le lien significatif entre l'expérience d'enseignement des participants et les formations universitaires comme sources liées à la non-adhésion aux neuromythes a d'ailleurs permis d'observer une grande taille d'effet, c'est-à-dire que les participants de moins de cinq ans d'expérience ont évoqué davantage que les autres les formations universitaires comme sources de conceptions scientifiques au sujet des neuromythes. Toutefois, ils sont aussi ceux qui ont davantage cité les formations universitaires comme sources de neuromythes, ce qui renforce également cette conclusion. Cependant, ce résultat appuie également l'hypothèse d'un effet de récence mentionné plus haut.

5.3 Pistes de solution les plus susceptibles de diminuer la prévalence des neuromythes

Puisque les biais cognitifs occupent une place plus importante que ce que l'on aurait pu croire, il semble important de réfléchir aux pistes d'intervention possibles vis-à-vis ce type de sources. Peut-être serait-il important de miser davantage chez les futurs enseignants et les enseignants sur le développement d'une pensée et d'un regard critiques face non seulement aux informations auxquelles ils sont confrontés, mais également face à leurs propres intuitions et perceptions, comme le suggérait déjà Pasquinelli en 2012. En ce sens, les connaissances existantes sur les liens entre le changement conceptuel et les biais cognitifs étant plus développées que celles sur les neuromythes, elles pourraient possiblement être utilisées pour offrir des formations plus efficaces et susceptibles de faire évoluer les conceptions des enseignants.

D'ailleurs, la mise à jour des données recensées par Hattie (2017) suggère que les programmes axés sur le changement conceptuel produisent un des plus grands effets, soit $d = 0,99$.

En ce qui concerne le développement d'un regard critique face aux informations à la disposition des enseignants, les résultats présentant les sources liées à la non-adhésion aux neuromythes comme étant essentiellement les articles scientifiques et les conférences et ateliers de congrès suggèrent qu'il pourrait être pertinent d'enseigner de façon plus systématique aux étudiants en enseignement quelles sont les sources d'information considérées comme scientifiques. Cela pourrait les inciter à les consulter davantage ainsi qu'à être plus prudents face aux informations provenant de sources non scientifiques. Encore une fois, favoriser la réflexion critique chez les futurs enseignants peut constituer une piste d'intervention intéressante pour prévenir et dissiper les neuromythes en éducation, d'autant plus que les biais cognitifs sont également susceptibles de biaiser leur jugement. D'ailleurs, comme les conférences et ateliers de congrès ressortent considérablement parmi les sources liées à la non-adhésion aux neuromythes, il serait intéressant de les utiliser comme vecteurs de communication pour réduire la prévalence de ces croyances. Il semblerait donc pertinent d'enseigner quelles sont les sources d'information considérées comme scientifiques à la formation continue également.

Comme suggéré par divers auteurs (Baillargeon, 2013; Pasquinelli, 2015a), il pourrait également être intéressant de fournir aux étudiants en enseignement et aux enseignants en formation continue une formation à la recherche plus approfondie que celle dont ils disposent déjà. À notre connaissance, la plupart des programmes de formation initiale à l'enseignement au Québec n'offrent qu'un ou deux cours d'introduction à la recherche. Approfondir cette formation pourrait leur permettre de mieux comprendre de quelle façon les recherches empiriques peuvent appuyer certaines théories, mais également quelles sont les nuances à faire quant aux interprétations qu'il est possible

de tirer de ces recherches et favoriser un état de prudence face aux biais cognitifs susceptibles d'influencer leurs croyances. Il pourrait s'agir d'un réflexe pertinent à développer chez les étudiants en enseignement et les enseignants.

Par ailleurs, à la lumière des résultats concernant les formations universitaires, il semble d'abord important de s'assurer que les descripteurs de cours et les manuels de formation véhiculent du contenu en accord avec les connaissances actuelles. Bien qu'il soit compréhensible que la formation à l'enseignement se soit d'abord appuyée sur des idées n'ayant pas été validées par la recherche, il s'agit maintenant d'un devoir éthique qu'elle s'appuie autant que possible sur les données probantes. Plus encore, lorsque des données crédibles invalidant certaines théories sont disponibles, il est particulièrement de son ressort de s'assurer que ces théories ne soient pas enseignées aux futurs enseignants. D'ailleurs, au Québec, des consultations sont en cours quant à la création d'un institut national d'excellence en éducation dont le rôle serait de recenser les données probantes les plus récentes sur les pratiques éducatives afin que les acteurs de l'éducation puissent être informés plus facilement des méthodes ayant démontré des effets convaincants et de celles à abandonner (Document de consultation pour la création d'un institut national d'excellence en éducation, 2017). Le *What Works Clearinghouse* joue déjà un rôle semblable aux États-Unis et le *Conseil scientifique de l'Éducation nationale*, visant ce même objectif et dirigé par le chercheur Stanislas Dehaene, vient tout juste de voir le jour en France. La création d'un tel institut au Québec pourrait donc permettre une collaboration plus étroite entre les milieux de la recherche et de la pratique et favoriser l'application de pratiques pédagogiques appuyées par les résultats de la recherche scientifique.

Il pourrait finalement être pertinent d'enseigner, à la formation à l'enseignement ainsi qu'à la formation continue, l'existence de neuromythes (Kowalski et Taylor, 2009) ainsi que les liens entre les neurosciences et l'éducation (Macdonald *et al.*, 2017). En effet, Kowalski et Taylor (2009) ont utilisé une approche dans laquelle les participants,

étudiants au baccalauréat en psychologie, devaient lire des textes réfutant des conceptions erronées fréquentes. Les résultats obtenus soulignent que les étudiants du groupe expérimental ont démontré des changements significatifs dans leurs croyances, comparativement au groupe contrôle, et donc que ce type d'approche semble efficace pour dissiper les conceptions erronées en psychologie. Ce type d'intervention pourrait donc constituer un premier pas dans la prévention et l'élimination des neuromythes en éducation. De leur côté, Macdonald *et al.* (2017) ont comparé la prévalence et les prédicteurs de certains neuromythes chez trois groupes d'individus, soit des enseignants, des individus étant souvent exposés à du contenu neuroscientifique et des individus représentant la population en général. Ils ont constaté que les individus étant plus exposés à du contenu neuroscientifique étaient ceux adhérant le moins à des neuromythes. L'exposition aux neurosciences et à la science « peer-reviewed » se sont également révélés être des prédicteurs significatifs d'une faible adhésion aux neuromythes. Ces résultats suggèrent qu'il pourrait donc être judicieux d'introduire des cours de neuroéducation à la formation initiale à l'enseignement et à la formation continue. À l'heure actuelle, peu d'universités québécoises offrent des cours de neuroéducation à la formation à l'enseignement. À notre connaissance, ce type de cours n'est disponible qu'à l'Université du Québec à Montréal pour l'instant. Bien que ces cours ne transformeraient pas les enseignants en scientifiques, ce qui n'est pas l'objectif, ils pourraient permettre non seulement de présenter l'existence de neuromythes, mais également d'éviter que d'autres n'émergent et donc aider à les prévenir. Par ailleurs, ils permettraient aussi de favoriser des méthodes d'enseignement plus compatibles avec le fonctionnement du cerveau, d'autant plus que l'intérêt pour le cerveau chez les enseignants est bien présent. À l'inverse, éviter d'informer les enseignants au sujet du cerveau et des neuromythes peut les mener à chercher par eux-mêmes des méthodes *brain-based*, à tomber dans des pièges et à dépenser inutilement des ressources précieuses.

Ainsi, les résultats de la présente recherche permettent non seulement d'éclairer la situation de la prévalence et de l'origine des neuromythes chez les enseignants du Québec, mais également de proposer des pistes de solution à cette problématique, soit les suivantes : 1- S'inspirer de la recherche sur le changement conceptuel pour favoriser chez les enseignants un regard critique face aux informations auxquelles ils ont confrontés, mais aussi face à leurs propres biais cognitifs; 2- Enseigner de façon plus systématique aux étudiants en enseignement et aux enseignants quelles sont les sources d'information considérées comme scientifiques; 3- Fournir aux étudiants en enseignement et aux enseignants une formation à la recherche plus approfondie que celle dont ils disposent déjà; 4- S'assurer que les descripteurs de cours et les manuels de formation véhiculent du contenu en accord avec les connaissances actuelles, notamment par la création d'un institut national d'excellence en éducation au Québec; 5- Enseigner l'existence de neuromythes ainsi que les liens entre les neurosciences et l'éducation à la formation à l'enseignement.

5.4 Limites de la recherche

Bien que la présente recherche fournisse des résultats intéressants, il est important de souligner certains éléments qui limitent la portée de l'interprétation effectuée. D'abord, les résultats obtenus sont autorapportés, ce qui implique une possibilité de biais. En effet, particulièrement en ce qui concerne les résultats liés aux sources des neuromythes, on demandait aux participants de se rappeler de l'endroit où ils avaient pris connaissance d'une idée. Il est donc possible que leur souvenir ait été déformé par l'influence de certains biais cognitifs ou par l'effet du temps, un écart temporel pouvant être important entre la prise de connaissance de l'idée et le moment du questionnaire. Il est donc nécessaire de prendre en compte que ces résultats constituent les sources des neuromythes *rapportées* par les enseignants, et non les sources des neuromythes en tant que telles. Par ailleurs, il est aussi possible que les participants aient effectué

une mauvaise interprétation des énoncés présentés dans le questionnaire. Les neuromythes étudiés dans le cadre de ce mémoire comportent effectivement de nombreuses nuances importantes, et une interprétation différente de celle voulue a nécessairement pu biaiser les résultats.

Finalement, l'échantillon obtenu n'est pas nécessairement représentatif de la population à l'étude. En effet, le questionnaire étant volontaire, ceux y ayant participé peuvent représenter un certain profil d'individus. Les résultats concernant la prévalence peuvent notamment avoir été influencés par ce biais. En effet, il se peut que la prévalence obtenue représente une estimation optimiste de la réalité, notamment si l'on considère qu'elle ne comprend que des participants volontaires. Ainsi, ces participants peuvent posséder un intérêt plus prononcé que les autres envers le cerveau ou être plus enclins à participer à des recherches, et peut-être en connaître davantage au sujet des neuromythes. À l'inverse, il est également possible que ces résultats représentent une surestimation de la réalité si l'on considère que les enseignants les plus intéressés par le cerveau sont susceptibles de lire davantage sur le sujet, et que ceux qui possèdent le plus de connaissances générales sur le cerveau sont parfois ceux qui possèdent le plus de neuromythes (Dekker *et al.*, 2012). Finalement, bien qu'il faille prendre des précautions quant à l'interprétation de ces résultats, ceux-ci dressent un portrait de la prévalence de ces neuromythes chez les enseignants du Québec. De plus, cette limite est présente également pour les autres études portant sur les neuromythes, ce qui minimise son impact quant à la comparaison des résultats entre les études.

CONCLUSION

Plusieurs études récentes convergent : certains neuromythes, fausses conceptions liées au fonctionnement cérébral, sont aujourd'hui répandus dans le monde de l'éducation (Alekhno, 2012; Dekker *et al.*, 2012; Howard-Jones, 2014; Tardif *et al.*, 2015). Notamment parce qu'ils sont véhiculés comme des vérités scientifiques (alors qu'il s'agit d'idées n'ayant pas été validées par la recherche) et que les enseignants sont ainsi susceptibles de les intégrer à leur pratique en y investissant des ressources qui pourraient être mieux utilisées ailleurs, ces neuromythes peuvent être nuisibles et éloignent les milieux scolaires des pratiques basées sur la recherche et, conséquemment, d'une éducation optimale (Pasquinelli, 2012).

La littérature actuelle met en évidence de hauts taux de prévalence de certains neuromythes, mais les sources de ces neuromythes demeuraient à préciser, et, à notre connaissance, aucune étude sur les taux de prévalence au Québec n'avait été effectuée. La présente recherche visait donc à documenter la prévalence de ces neuromythes au Québec et à étudier les sources étant liées à leur adhésion ou non (p. ex. : textes de vulgarisation scientifique, formations reçues, intuitions, etc.) Par le biais d'un questionnaire en ligne ayant permis de rejoindre 972 enseignants du primaire et du secondaire du Québec, les résultats obtenus concernant la prévalence des neuromythes sont cohérents avec les études précédentes, bien qu'ils soient moins élevés que ceux des autres pays, la prévalence au Québec variant entre 44 % et 74 %. Comme discuté précédemment, il est possible que cela soit dû à une diminution internationale générale (Newton et Miah, 2017) ou à une caractéristique propre au Québec. Les résultats concernant les sources associées à l'adhésion aux neuromythes mettent en évidence qu'elles sont principalement liées aux biais cognitifs (intuitions et perceptions de l'expérience) et aux formations universitaires. Par ailleurs, les articles scientifiques et

les conférences et ateliers de congrès constituent essentiellement les sources liées à la non-adhésion aux neuromythes.

Ces résultats permettent d'une part une meilleure compréhension de l'importance des neuromythes au Québec et une identification plus précise des sources les influençant chez les enseignants. D'autre part, ils permettent une réflexion sur les pistes d'intervention à privilégier afin de prévenir et dissiper ces conceptions erronées. S'inspirer de la recherche sur le changement conceptuel en sciences pour offrir des formations axées sur la réflexion critique face aux diverses sources d'information et aux biais cognitifs est une avenue intéressante pour faire évoluer les conceptions des enseignants. Par ailleurs, bien qu'il puisse être ardu de vérifier le contenu précis des cours à la formation initiale à l'enseignement, il pourrait notamment être pertinent de s'assurer que les descripteurs de cours et manuels pédagogiques fournissent du contenu en accord avec les connaissances actuelles et de mettre en place une formation à la recherche plus approfondie. La création d'un institut national d'excellence en éducation au Québec pourrait également favoriser une meilleure collaboration entre la recherche et la pratique. De plus, l'implantation de cours de neuroéducation à la formation initiale et continue, incluant la réfutation de certains neuromythes, pourrait constituer une part de solution intéressante. Ces pistes de solution pourraient ultimement permettre aux enseignants d'être conscients de ces neuromythes afin d'éviter qu'ils n'émergent, de dissiper ceux déjà présents en éducation et de se diriger vers une éducation de plus en plus basée sur la recherche.

Enfin, en ce qui concerne les recherches futures, il serait pertinent de suivre l'évolution de la prévalence des neuromythes dans le temps afin de vérifier s'il semble effectivement y avoir une diminution internationale générale. Si tel est le cas, il serait intéressant de vérifier à quels facteurs cette diminution pourrait être due. Par exemple, est-ce que certaines sources réfutant les neuromythes sont déterminantes dans cette diminution? D'ailleurs, les sources liées à la non-adhésion aux neuromythes dans les

autres pays constitueraient un sujet de recherche intéressant, puisqu'elles permettraient de vérifier si elles sont les mêmes qu'au Québec, mais également de cibler les sources efficaces permettant d'informer les enseignants de l'information scientifique. Par ailleurs, il serait pertinent d'étudier les effets d'un institut national de l'excellence en éducation sur l'adhésion aux neuromythes, que ce soit au Québec (si l'institut est créé) ou ailleurs, auprès d'instituts déjà en place, comme aux États-Unis ou en France. Il serait finalement intéressant de tester certaines des pistes de solution suggérées plus haut afin de documenter leur efficacité. Par exemple, mesurer l'impact d'une formation plus poussée à la recherche à la formation initiale à l'enseignement, non seulement sur les neuromythes, mais également sur la capacité des étudiants à effectuer une réflexion critique quant aux sources d'information ainsi qu'à leurs propres intuitions et perceptions. Enfin, en poursuivant le travail amorcé par Kowalski et Taylor (2009) et Macdonald *et al.* (2017), de futures études pourraient s'intéresser aux effets de cours de neuroéducation à la formation initiale à l'enseignement sur les croyances des étudiants au sujet de neuromythes pour vérifier si ce type d'intervention est efficace pour faire évoluer les conceptions des enseignants à l'égard des neuromythes.

ANNEXE A

QUESTIONNAIRE SUR LE CERVEAU ET L'APPRENTISSAGE

Bonjour!

Ce questionnaire d'environ 15 minutes vise à connaître les conceptions des enseignants du préscolaire, primaire et secondaire du Québec au sujet du cerveau et de l'apprentissage. L'objectif étant de connaître votre avis à propos de différentes questions, nous vous demandons de répondre avec honnêteté. Le questionnaire est anonyme et les données demeureront confidentielles. Les seules personnes ayant accès aux données seront l'étudiante-chercheuse ainsi que son directeur de recherche.

En participant à cette étude, vous courez la chance de gagner l'une des 10 cartes-cadeaux de 100 \$ de la librairie de votre choix, en plus de contribuer significativement à l'avancement des connaissances. En principe, il n'y a aucun risque et avantage liés à la participation à cette recherche.

Le projet auquel vous allez participer a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche pour les projets étudiants impliquant des êtres humains des facultés des sciences et des sciences de l'éducation (CERPE-3). Pour toute question ne pouvant être adressée au directeur de recherche ou à l'étudiante responsable ou pour formuler une plainte ou des commentaires, veuillez contacter la coordination du CERPE-3 par courriel à : covanti.veronique@uqam.ca

Votre collaboration est essentielle à la réalisation de notre projet et l'équipe de recherche tient à vous en remercier.

Si vous éprouvez des difficultés à accéder au questionnaire, s.v.p. écrire à blanchette-sarrasin.jeremie@courrier.uqam.ca afin que nous puissions résoudre le problème.

***Il est recommandé de ne pas rester plus de 5 minutes sur la même page du questionnaire et d'utiliser l'un des navigateurs suivants:

Chrome 16 ou version ultérieure

Firefox 13.0 ou version ultérieure

Safari 5.0 ou version ultérieure

Internet Explorer 9.0 ou version ultérieure***

Jérémye Blanchette Sarrasin
Étudiante à la maîtrise en éducation
Laboratoire de recherche en neuroéducation (LRN)
Université du Québec à Montréal (UQAM)
blanchette-sarrasin.jeremie@courrier.uqam.ca

Steve Masson
Direction de recherche
Directeur, Laboratoire de recherche en neuroéducation (LRN)

Professeur, Université du Québec à Montréal (UQAM)

masson.steve@uqam.ca

(514) 987-3000 p. 5502

Je déclare avoir lu et compris les informations présentées ci-haut et consens de façon libre, volontaire et éclairée à répondre au questionnaire. En cliquant sur « OUI », vous acceptez de participer à cette recherche.

OUI

NON

Partie 1**Informations générales**

1. Quel est votre sexe ?

- Féminin
 Masculin
 Je préfère ne pas répondre

2. Cochez les diplômes obtenus :

- Baccalauréat en enseignement au préscolaire/primaire
 Baccalauréat en enseignement au secondaire
 Baccalauréat en adaptation scolaire/orthopédagogie
 Maîtrise en éducation
 Doctorat en éducation

Autre (veuillez préciser)

3. Actuellement, dans quel milieu enseignez-vous principalement?

Préscolaire

- Régulier
 Adaptation scolaire

Primaire

- Régulier
 Spécialiste (anglais, éducation physique, arts, autre)
 Adaptation scolaire
 Orthopédagogie

Secondaire

- Français
- Mathématique
- Science et technologie
- Univers social
- Éthique et culture religieuse
- Langue seconde
- Éducation physique
- Arts (arts plastiques, arts dramatiques, musique, danse, autre)
- Adaptation scolaire
- Orthopédagogie

Autre (veuillez préciser)

4. Combien d'années d'expérience en enseignement avez-vous?

- 0-4 ans
- 5-9 ans
- 10-14 ans
- 15-19 ans
- 20-24 ans
- 25-29 ans
- 30-34 ans
- 35 ans et plus

5. Comment avez-vous été invité à répondre à ce questionnaire?

- Par ma direction d'école/commission scolaire
- Par un/e collègue
- Par les réseaux sociaux

Autre (veuillez préciser)

6. Quelle est votre adresse courriel? (facultatif)

**Requis pour vous contacter si vous êtes l'un des gagnants du concours, ainsi que pour vous communiquer les résultats de l'étude.*

Partie 2

Pour chacun des 10 énoncés qui suivront, répondez aux questions posées.

Partie 2

Nous utilisons environ 10 % de notre cerveau.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord	Plutôt en désaccord	Indécis	Plutôt en accord	Fortement en accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Partie 2

De courts exercices de coordination, comme toucher sa cheville gauche avec sa main droite et vice-versa, peuvent améliorer la communication entre les deux hémisphères du cerveau.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord Plutôt en désaccord Indécis Plutôt en accord Fortement en accord

○ ○ ○ ○ ○

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Partie 2

Les élèves apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent l'information selon leur style d'apprentissage préféré, parmi les styles auditif, visuel et kinesthésique.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord	Plutôt en désaccord	Indécis	Plutôt en accord	Fortement en accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Partie 2

Des différences entre les élèves dont le cerveau gauche est dominant et ceux dont le cerveau droit est dominant peuvent aider à expliquer des différences d'apprentissage observées chez les élèves.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord	Plutôt en désaccord	Indécis	Plutôt en accord	Fortement en accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire*, *Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook*, *Twitter*) et autres sites internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Partie 2

Les élèves possèdent un profil d'intelligence prédominant, par exemple logico-mathématique, musicale, interpersonnelle, dont il faut tenir compte dans l'enseignement.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord Plutôt en désaccord Indécis Plutôt en accord Fortement en accord

○ ○ ○ ○ ○

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Partie 2

Lorsque les élèves effectuent des examens, ils sont susceptibles d'activer davantage des régions cérébrales importantes liées à la mémorisation que lorsqu'ils effectuent des périodes d'études.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord	Plutôt en désaccord	Indécis	Plutôt en accord	Fortement en accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Partie 2

Lorsque les élèves apprennent, des connexions entre les neurones dans leur cerveau peuvent se créer, se détruire, se renforcer et s'affaiblir.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord	Plutôt en désaccord	Indécis	Plutôt en accord	Fortement en accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Partie 2

Les élèves qui croient que l'intelligence est dynamique, c'est-à-dire qu'elle peut s'améliorer, profitent d'un effet bénéfique sur leur apprentissage contrairement à ceux qui croient que l'intelligence est fixe au cours de la vie.

a. Quel est votre niveau d'accord avec cet énoncé?

Fortement en désaccord	Plutôt en désaccord	Indécis	Plutôt en accord	Fortement en accord
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

b. Cochez le ou les élément(s) qui ont mené à votre niveau d'accord :

Livres et revues :

- Livre/manuel scolaire
- Revue/magazine (ex. : *Vivre le primaire, Québec sciences*)
- Article de recherche (ex. : *Revue des sciences de l'éducation*)

Médias :

- Actualité (journal, télévision, radio)
- Réseau social (ex. : *Facebook, Twitter*) et autres sites Internet
- Publicité

Entourage :

- Collègue en enseignement régulier/adaptation scolaire
- Direction d'école/conseiller pédagogique
- Famille/ami(e)

Formations :

- Formation universitaire
- Formation offerte par le milieu de travail
- Conférence/atelier dans un congrès

Personnel :

- Ça m'apparaît logique/Ça m'apparaît illogique
- Je l'observe dans ma pratique/Je ne l'observe pas dans ma pratique
- Ça correspond aux besoins des élèves/Ça ne correspond pas aux besoins des élèves

Je ne me souviens plus

Autre (veuillez préciser)

c. Si vous avez répondu être « plutôt en accord » ou « fortement en accord » avec l'énoncé, dites dans quelle mesure il influence votre enseignement :

- Jamais
- À l'occasion
- Régulièrement

Nous vous remercions chaleureusement de votre participation! Si vous avez donné votre adresse de courriel au début du questionnaire, vous êtes maintenant inscrit au concours vous offrant la possibilité de gagner l'une des 10 cartes-cadeaux de 100 \$ de la librairie de votre choix. Les gagnants du concours seront contactés par courriel dans les prochaines semaines.

Les résultats de l'étude seront envoyés aux participants ayant inscrit leur adresse courriel dans les prochains mois.

Cliquez sur « Terminé » pour enregistrer vos réponses.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alekno, S.M. (2012). *Teachers' beliefs and practices regarding neuromyths*. (Thèse de doctorat non publiée). Ann Arbor, Capella University.
- Alferink, L.A. et Farmer-Dougan, V. (2010). Brain-(not) based education: Dangers of misunderstanding and misapplication of neuroscience research. *Exceptionality*, 18(1), 42-52.
- Allaire-Duquette, G., Brault Foisy, L.-M. et Dion, J.-S. (2014). Résumé de livre : « Sousa, D. A. et Tomlinson, C. A. (2013). Comprendre le cerveau pour mieux différencier : Adapter l'enseignement aux besoins des apprenants grâce aux apports des neurosciences. Montréal, QC : Chenelière Éducation ». *Neuroéducation*, 3(1), 18-24.
- Astolfi, J.-P., Peterfalvi, B. et Vérin, A. (2006). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.
- Babai, R. et Amsterdamer, A. (2008). The persistence of solid and liquid naive conceptions: a reaction time study. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 553-559.
- Babai, R., Sekal, R. et Stavy, R. (2010). Persistence of the intuitive conception of living things in adolescence. *Journal of Science Education and Technology*, 19(1), 20-26.
- Baillargeon, N. (2013). *Légendes pédagogiques : l'auto-défense intellectuelle en éducation*. Montréal, Québec : Les Éditions Poètes de brousse.
- Bava, S., Thayer, R., Jacobus, J., Ward, M., Jernigan, T.L. et Tapert, S.F. (2010). Longitudinal characterization of white matter maturation during adolescence. *Brain research*, 1327, 38-46.
- Benoît, S., Bissonnette, M., Brisson-Lacroix, C. et Guérard, I. (2002). *Guide de création d'un portfolio dans le cadre d'un programme d'alphabétisation*. Récupéré de http://www.bdaa.ca/biblio/apprenti/cfafbo/cre_prog/page98.htm
- Bernard, É. (2012). *Les élèves sont auditifs ou visuels*. (Mémoire professionnel non publié). Lausanne, Haute école pédagogique du canton de Vaud.

- Beyerstein, B.L. (2004). Do we really use only 10 percent of our brains? *Scientific American*. Récupéré le 28 novembre 2016 de <https://www.scientificamerican.com/article/do-we-really-use-only-10/>
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H. et Dweck, C. S. (2007). Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention. *Child Development*, 78(1), 246-263.
- Brain Gym® International.[s.d.]. *The Official Brain Gym Website*. Récupéré le 28 novembre 2016 de <http://www.braingym.org>
- Brault Foisy, L.-M., Potvin, P., Riopel, M. et Masson, S. (2015). Is inhibition involved in overcoming a common physics misconception in mechanics? *Trends in Neuroscience and Education*, 4(1-2), 26-36.
doi:10.1016/j.tine.2015.03.001
- Bruer, J.T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational researcher*, 26(8), 4-16.
- Callan, D. E. et Schweighofer, N. (2010). Neural correlates of the spacing effect in explicit verbal semantic encoding support the deficient-processing theory. *Human brain mapping*, 31(4), 645-659.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M. et Kramer, A. F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(72), 1-13.
- Chevarie-Cossette, S.-P. (2016, 15 décembre). Quels raccourcis épistémologiques du Pharmacien? *Ricochet*. Récupéré de <https://ricochet.media/fr/1597/quels-raccourcis-epistemologiques-du-pharmacien>
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E. et Ecclestone, K. (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning. A systematic and critical review. London: Learning and Skills Research Centre.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2006). *L'accès à la recherche en enseignement et son utilisation dans la pratique : résultats d'une enquête auprès des enseignants et des enseignantes du préscolaire, du primaire et du secondaire*. Québec : Bérubé, B.

- Curry, L. (1990). A Critique of the Research on Learning Styles. *Educational Leadership*, 48(2), 50-56.
- Deligiannidi, K. et Howard-Jones, P. (2015). The neuroscience literacy of teachers in Greece. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3909-3915.
- Dekker, S., Lee, N.C., Howard-Jones, P. et Jolles, J. (2012). Neuromyths in Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers. *Frontiers in Psychology*, 3, 429.
- Desaulniers, M.-P. et Jutras, F. (2006). *L'éthique professionnelle en enseignement : Fondements et pratiques*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- DiGregorio, P. et Sobel-Lojeski, K. (2010). The Effects of Interactive Whiteboards (IWBs) on Student Performance and Learning: A Literature Review. *Journal of Educational Technology Systems*, 38(3), 255-312.
- Document de consultation pour la création d'un institut national d'excellence en éducation (2017). *Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, Gouvernement du Québec*. Récupéré de http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PSG/politiques_orientations/consultation_institut_excellence-hires.pdf
- Dündar, S. et Gündüz, N. (2016). Misconceptions Regarding the Brain: The Neuromyths of Preservice Teachers. *Mind, Brain, and Education*, 10(4), 212-232.
- Dunn, R.S. et Dunn, K.J. (1979). Learning styles/teaching styles: Should they... can they... be matched? *Educational Leadership*, 36(4), 238-244.
- Ferrero, M., Garaizar, P. et Vadillo, M. A. (2016). Neuromyths in education: Prevalence among Spanish teachers and an exploration of cross-cultural variation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 496.
- Fortin, M.-F. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche, Méthodes quantitatives et qualitatives*. 2^{ème} Édition, Chenelière Éducation.
- Furnham, A. (2009). The validity of a new, self-report measure of multiple intelligence. *Current Psychology*, 28(4), 225-239.
- Gardner, H. (1998). A multiplicity of intelligences. *Scientific American*, 9(4), 18-23.

- Gardner, H. (2006). On failing to grasp the core of MI theory: A response to Visser et al. *Intelligence*, 34(5), 503-505.
- Gardner, H. (2016). 35 Multiple Intelligences: Prelude, Theory, and Aftermath. [Chapitre de livre]. Dans R. J. Sternberg, S. T. Fiske et D. J. Foss (dir.), *Scientists Making a Difference: One Hundred Eminent Behavioral and Brain Scientists Talk about Their Most Important Contributions*, p.167-170. Cambridge: University Press.
- Gaudreau, L. (2011). *Guide pratique pour créer et évaluer une recherche scientifique en éducation*. Montréal : Guérin.
- Geake, J. (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research*, 50(2), 123-133.
- Gleichgerrcht, E., Lira Luttges, B., Salvarezza, F. et Campos, A.L. (2015). Educational Neuromyths Among Teachers in Latin America. *Mind, Brain, and Education*, 9(3), 170-178.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*: Routledge.
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning for teachers: Maximizing impact on learning*: Routledge.
- Hattie, J. (2015). The applicability of Visible Learning to higher education. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1(1), 79-91.
- Hattie, J. (2017). *Visible Learning Plus*. Récupéré de <https://www.visiblelearningplus.com/sites/default/files/250%20Influences.pdf>
- Howard-Jones, P.A., Franey, L., Mashmoushi, R. et Liao, Y.-C. (2009). *The neuroscience literacy of trainee teachers*. British Educational Research Association Annual Conference.
- Howard-Jones, P.A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817-824.
- Hyatt, K.J. (2007). Brain Gym®: Building Stronger Brains or Wishful Thinking? *Remedial and Special Education*, 28(2), 117-124.

- Kalbfleisch, M.L.C. (2013). Left Brain vs. Right Brain: Findings on Visual Spatial Capacities and the Functional Neurology of Giftedness. *Roeper Review*, 35(4), 265-275.
- Karakus, O., Howard-Jones, P.A. et Jay, T. (2015). Primary and Secondary School Teachers' Knowledge and Misconceptions about the Brain in Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1933-1940.
- Kirschner, P.A. et van Merriënboer, J.J.G. (2013). Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169-183.
- Kornell, N. (2009). Optimising learning using flash-cards: Spacing is more effective than cramming. *Applied Cognitive Psychology*, 23(9), p. 1297-1317.
- Kowalski, P. et Taylor, A. K. (2009). The effect of refuting misconceptions in the introductory psychology class. *Teaching of Psychology*, 36(3), 153-159.
- Kramer, A. F. et Erickson, K. I. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends in cognitive sciences*, 11(8), 342-348.
- Krätzig, G.P. et Arbuthnott, K.D. (2006). Perceptual learning style and learning proficiency: A test of the hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 238-246.
- Landrum, T.J. et McDuffie, K.A. (2010). Learning styles in the age of differentiated instruction. *Exceptionality*, 18(1), 6-17.
- Learning Styles (2014). *The Official Site of Dunn and Dunn Learning Styles*. Récupéré de <http://www.learningstyles.net>
- Lee, G. et Byun, T. (2012). An explanation for the difficulty of leading conceptual change using a counterintuitive demonstration: The relationship between cognitive conflict and responses. *Research in Science Education*, 42(5), 943-965.
- Lethaby, C. et Harries, P. (2016). Learning styles and teacher training: are we perpetuating neuromyths? *ELT Journal*, 70(1), 16-27.
- Lindell, A.K. et Kidd, E. (2013). Consumers favor "right brain" training: The dangerous lure of neuromarketing. *Mind, Brain, and Education*, 7(1), 35-39.

- Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J. et McGrath, L. M. (2017). Dispelling the myth: Training in education or neuroscience decreases but does not eliminate beliefs in neuromyths. *Frontiers in psychology*, 8, 1314.
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. et Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(8), 4398-4403.
- Masson, S. (2012). Neuroéducation : mieux comprendre le cerveau pour mieux enseigner [éditorial, version française]. *Neuroéducation*, 1(1), 3-4.
- Masson, S. (2014). Cerveau, apprentissage et enseignement : mieux connaître le cerveau peut-il nous aider à mieux enseigner? *Éducation Canada*, 54(4), 40-43.
- Masson, S. (2015). Les apports de la neuroéducation à l'enseignement : des neuromythes aux découvertes actuelles. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 134, 11-22.
- Masson, S. et Blanchette Sarrasin, J. (2015). Neuromythes et enseignement : Connaître les mythes sur le fonctionnement du cerveau pour mieux enseigner. *Éducation Canada*, 55(3), 32-35.
- Masson, S., Potvin, P., Riopel, M. et Brault Foisy, L.-M. (2014). Differences in brain activation between novices and experts in science during a task involving a common misconception in electricity. *Mind, Brain, and Education*, 8(1), 37-48. doi:10.1111/mbe.12043
- Nielsen, J.A., Zielinski, B.A., Ferguson, M.A., Lainhart, J.E. et Anderson, J.S. (2013). An evaluation of the left-brain vs. right-brain hypothesis with resting state functional connectivity magnetic resonance imaging. *PLoS ONE*, 8(8), e71275.
- Newton, P. (2015). The Learning Styles myth is thriving in higher education. *Frontiers in Psychology*, 6, 1908.
- Newton, P. M. et Miah, M. (2017). Evidence-Based Higher Education—Is the Learning Styles ‘Myth’ Important?. *Frontiers in psychology*, 8, 444.
- OCDE. (2002). *Comprendre le cerveau: vers une nouvelle science de l'apprentissage*. Paris : Éditions de l'OCDE.

- OCDE. (2007). *Comprendre le cerveau: naissance d'une nouvelle science de l'apprentissage*. Paris : Éditions de l'OCDE.
- OECD. (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. Paris : OECD.
- Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D. et Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105-119.
- Pasquinelli, E. (2012). Neuromyths: Why Do They Exist and Persist? *Mind, Brain, and Education*, 6(2), 89-96.
- Pasquinelli, E. (2015a). Améliorer le dialogue entre les sciences cognitives et l'éducation en s'inspirant des relations entre la recherche fondamentale et la médecine clinique. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 134, 23-30.
- Pasquinelli, E. (2015b). *Mon cerveau, ce héros : mythes et réalité*. Paris : Les Éditions Le Pommier.
- Pei, X., Howard-Jones, P., Zhang, S., Liu, X. et Jin, Y. (2015). Teachers' Understanding about the Brain in East China. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3681-3688.
- Pickering, S.J. et Howard-Jones, P. (2007). Educators' Views on the Role of Neuroscience in Education: Findings from a Study of UK and International Perspectives. *Mind, Brain, and Education*, 1(3), 109-113.
- Planinic, M., Boone, W. J., Krsnik, R. et Beilfuss, M. L. (2006). Exploring alternative conceptions from Newtonian dynamics and simple DC circuits: Links between item difficulty and item confidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 150-171.
- Potvin, P. (2011). *Manuel d'enseignement des sciences et de la technologie : Pour intéresser les élèves du secondaire*. Québec, Québec : Les Éditions MultiMondes.
- Potvin, P., Masson, S., Lafortune, S. et Cyr, G. (2014). Persistence of the intuitive conception that heavier objects sink more: A reaction time study with different levels of interference. *International Journal of Science and Mathematics Education*. doi:10.1007/s10763-014-9520-6

- Pourquoi les taureaux ne voient pas le rouge. (2018, 12 avril). *Ici Radio-Canada*.
Récupéré de http://ici.radio-canada.ca/emissions/le_15_18/2014-2015/chronique.asp?idChronique=379255
- Rato, J.R., Abreu, A.M. et Castro-Caldas, A. (2013). Neuromyths in education: What is fact and what is fiction for Portuguese teachers? *Educational Research*, 55(4), 441-453.
- Renard, J.-B. (2006). *Rumeurs et légendes urbaines : « Que sais-je? » n° 3445*. Paris : Presses universitaires de France.
- Riener, C. et D. Willingham (2010). The myth of learning styles. *Change: The magazine of higher learning*, 42(5), 32-35.
- Rosenthal, R. et Jacobson, L. (1968). *Pygmalion in the classroom: Teacher expectation and pupil's intellectual ability*. New York: HoL, Rinehart et Winston.
- Simmonds, A. (2014). *How neuroscience is affecting education: Report of teacher and parent surveys*. London: Wellcome Trust.
- Slavin, R. E. (2002). Evidence-based education policies: Transforming educational practice and research. *Educational researcher*, 31(7), 15-21.
- Spaulding, L.S., Mostert, M.P. et Beam, A.P. (2010). Is Brain Gym® an effective educational intervention? *Exceptionality*, 18(1), 18-30.
- St-Jacques, É. (2013). *Comprendre l'usage du tableau blanc interactif (TBI) sur l'apprentissage et la réussite des élèves : le cas de l'école secondaire Saint-Laurent de la commission scolaire Marguerite-Bourgeoys*. (Mémoire de maîtrise non publié). Université du Québec à Montréal.
- Stephenson, J. (2009). Best practice? Advice provided to teachers about the use of Brain Gym® in Australian schools. *Australian Journal of Education* 53(2), 109-124.
- Tardif, E. et Doudin, P. A. (2011). Neurosciences cognitives et éducation: le début d'une collaboration. *Revue des HEP de Suisse Romande et du Tessin*, 12, 99-120.
- Tardif, E., Doudin, P.-A. et Meylan, N. (2015). Neuromyths among teachers and student teachers. *Mind, Brain, and Education*, 9(1), 50-59.

- Taylor, A.K. et Kowalski, P. (2004). Naïve psychological science: The prevalence, strength, and sources of misconceptions. *The Psychological Record*, 54(1), 15-25.
- The Royal Society. (2011). *Neuroscience: Implications for education and lifelong learning*. London: The Royal Society.
- Toussaint, R. (2002). *Dis, Archimède! Comment ça flotte? Changements conceptuels et apprentissage de systèmes complexes*. In R. Toussaint (Ed.), *Changement conceptuel et apprentissage des sciences, recherches et pratiques*. Montréal : Éditions Logiques.
- Trout, J.D. (2008). Seduction without cause: uncovering explanatory neurophilia. *Trends in cognitive sciences*, 12(8), 281-282.
- van Atteveldt, N. (2016, avril). *How can neuroscience and education move forward together? Myths and promises*. Communication donnée à l'Université du Québec à Montréal (UQAM), Montréal, Canada.
- Visser, B.A., Ashton, M.C. et Vernon, P.A. (2006a). Beyond g: Putting multiple intelligences theory to the test. *Intelligence*, 34(5), 487-502.
- Visser, B.A., Ashton, M.C. et Vernon, P.A. (2006b). g and the measurement of Multiple Intelligences: A response to Gardner. *Intelligence*, 34(5), 507-510.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. et Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. *Handbook of research on science teaching and learning*, 177, 210.
- Waterhouse, L. (2006a). Multiple intelligences, the Mozart effect, and emotional intelligence: A critical review. *Educational Psychologist*, 41(4), 207-225.
- Waterhouse, L. (2006b). Inadequate evidence for multiple intelligences, Mozart effect, and emotional intelligence theories. *Educational psychologist*, 41(4), 247-255.
- Weisberg, D.S., Keil, F.C., Goodstein, J., Rawson, E. et Gray, J.R. (2007). The Seductive Allure of Neuroscience Explanations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(3), 470-477.
- Weisberg, D.S., Taylor, J.C. et Hopkins, E.J. (2015). Deconstructing the seductive allure of neuroscience explanations. *Judgment and Decision Making*, 10(5), 429-441.

Willingham, D.T. (2004). Reframing the mind. *Education Next*, 4(3), 19-24.

Zaromb, F. M. et Roediger, H. L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory et Cognition*, 38(8), 995-1008.