

Portrait des croyances entretenues par les enseignants de science et technologie au secondaire : élaboration d'un questionnaire et analyse typologique

Secondary school science and technology teachers' beliefs: development of a questionnaire and cluster analysis

Bénédicte Boissard et Patrice Potvin

Volume 10, numéro 2-3, 2021

Comment soutenir l'articulation entre les croyances et les pratiques chez les (futurs) enseignants ?

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1081785ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1081785ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université de Sherbrooke
Champ social éditions

ISSN

1925-4873 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Boissard, B. & Potvin, P. (2021). Portrait des croyances entretenues par les enseignants de science et technologie au secondaire : élaboration d'un questionnaire et analyse typologique. *Phronesis*, 10(2-3), 48-64.
<https://doi.org/10.7202/1081785ar>

Résumé de l'article

Il est aujourd'hui reconnu que les stratégies d'enseignement privilégiées par les enseignants dépendent de leurs systèmes de croyances (Buehl et Beck, 2014 ; Driel et al., 1998 ; OCDE, 2014). Puisque de tels choix auront nécessairement des conséquences sur les apprentissages, la réussite et la motivation des élèves, il apparaît crucial de mieux connaître leur nature. Nous avons conséquemment élaboré et validé un questionnaire visant à mieux comprendre les croyances relatives à la nature de la science, à l'enseignement et à l'apprentissage des enseignants de science technologie (ST), avec l'objectif d'éventuellement établir les liens indirects qu'elles peuvent entretenir avec la motivation de leurs élèves. Basé sur d'autres questionnaires existants, cet outil a permis d'inférer les croyances entretenues à partir de 30 items distribués en trois axes selon le modèle Sujet-Objet-Agent-Milieu (Legendre, 2005). Une analyse typologique a notamment permis de regrouper les réponses des enseignants (N = 25) en deux classes : d'un côté les « subjectifs, réfractaires à la technologie et directifs » et de l'autre les « objectifs, technophiles et participatifs ». Nous discutons finalement des implications possibles de ces résultats pour la formation continue des enseignants de ST.

Portrait des croyances entretenues par les enseignants de science et technologie au secondaire : élaboration d'un questionnaire et analyse typologique

Bénédicte BOISSARD* et Patrice POTVIN**

* Université du Québec à Montréal, Canada
boissard.benedicte@courrier.uqam.ca

** Université du Québec à Montréal, Canada
potvin.patrice@uqam.ca

Mots-clés : Éducation ; Science ; Technologie ; Croyances ; Questionnaire ; Analyse typologique

Résumé : Il est aujourd'hui reconnu que les stratégies d'enseignement privilégiées par les enseignants dépendent de leurs systèmes de croyances (Buehl et Beck, 2014 ; Driel et al., 1998 ; OCDE, 2014). Puisque de tels choix auront nécessairement des conséquences sur les apprentissages, la réussite et la motivation des élèves, il apparaît crucial de mieux connaître leur nature. Nous avons conséquemment élaboré et validé un questionnaire visant à mieux comprendre les croyances relatives à la nature de la science, à l'enseignement et à l'apprentissage des enseignants de science technologie (ST), avec l'objectif d'éventuellement établir les liens indirects qu'elles peuvent entretenir avec la motivation de leurs élèves. Basé sur d'autres questionnaires existants, cet outil a permis d'inférer les croyances entretenues à partir de 30 items distribués en trois axes selon le modèle Sujet-Objet-Agent-Milieu (Legendre, 2005). Une analyse typologique a notamment permis de regrouper les réponses des enseignants (N = 25) en deux classes : d'un côté les « subjectifs, réfractaires à la technologie et directifs » et de l'autre les « objectifs, technophiles et participatifs ». Nous discutons finalement des implications possibles de ces résultats pour la formation continue des enseignants de ST.

Title : Secondary school science and technology teachers' beliefs : development of a questionnaire and cluster analysis

Keywords : Secondary education ; Science ; Technology ; Beliefs ; Questionnaire ; Cluster analysis

Abstract : It is recognized that teachers' beliefs system influence their teaching strategies (Buehl et Beck, 2014 ; Driel et al., 1998 ; OCDE, 2014). Since these strategies might have consequences on student learning, success and motivation, it is crucial to better understand the nature of these beliefs. We have thus developed and validated a questionnaire to probe the beliefs held by science and technology (ST) teachers, as well as to eventually establish the links that these beliefs may have with their students' motivation toward ST. Based on other existing tools, our 30-items questionnaire was designed according to the three axes of the SOMA model (Legendre, 2005). A subsequent cluster analysis made it possible to group teachers (N = 25) into two clusters : the "subjective, resistant to technology and directive" on the one hand and the "objective, technophile and participative" on the other. Finally, we discuss the possible implications of these results for teacher education and in-service teacher development.

Introduction

En cette ère moderne, où nos vies sont de plus en plus dépendantes des avancées scientifiques et technologiques, l'intérêt que nous portons à ce domaine revêt une importance toute particulière. Pourtant, malgré la succession de réformes scolaires qui tentent de rendre la science et la technologie plus accessibles à un large public, force est de constater que beaucoup de jeunes se désintéressent des parcours scientifiques et technologiques. En effet, au cours de leur parcours scolaire en science technologie (ST) au secondaire, plusieurs jeunes vivent et expriment une baisse progressive d'intérêt et de motivation à l'égard cette discipline (Potvin et Hasni, 2014). S'il est convenu que certains facteurs influencent négativement l'intérêt des jeunes, d'autres, au contraire, y contribuent positivement, comme le fait d'être sous la responsabilité d'enseignants inspirants, le désir de faire carrière ainsi que la possibilité de travailler en mode collaboratif (Bryan, Glynn, et Kittleson, 2011). Parmi l'ensemble des variables scolaires, il apparaît donc, sans surprise, que l'enseignant de ST, à travers la qualité didactique de son travail et les choix pédagogiques qu'il fait, peut influencer significativement la motivation des jeunes à l'égard sa « matière » (Venturini, 2004).

Mais ultimement, comment prédire quelles stratégies l'enseignant retiendra dans le cadre de sa pratique ? Une partie de la réponse pourrait bien se trouver dans le système de croyances qu'il entretient (Driel et al., 1998 ; Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE], 2014). Selon Fives et Buehl (2011), il existerait trois fonctions des croyances entretenues par les enseignants : elles serviraient de filtre d'interprétation, elles cadreraient les problématiques rencontrées et elles guideraient les actions. Comme l'expliquent Bourassa, Serre, et Ross (1999), les croyances de l'enseignant lui servent en effet de cadre permettant d'élaborer son modèle d'action. Ce dernier est constitué par « des habitudes conditionnées par des représentations de la réalité, des intentions et des stratégies récurrentes, élaborées au cours des ans pour assurer le mieux possible l'adaptation et l'apprentissage » (Bourassa, Serre, et Ross, 1999, p. 60). Ainsi, le modèle d'action permet d'établir un lien théorique de médiation entre les intentions pédagogiques des profils enseignants et leurs actions effectives en classe. Puisque la réussite des élèves dépend de ces actions, on peut donc présumer que les croyances auront ultimement un effet sur elle aussi (Behrmann et Souvignier, 2013 ; Staub et Stern, 2002).

Problématique

Parmi les recherches qui tentent de comprendre le système de croyances et ses effets sur d'autres variables, certaines soutiennent qu'il influence directement ou indirectement la performance des élèves lors de résolutions de problèmes en mathématique (p. ex. Staub et Stern, 2002), la réussite en lecture (p. ex. Behrmann et Souvignier, 2013) ainsi que la motivation (Pečjak et Košir, 2004). Dans le cadre de notre projet de recherche, nous nous sommes interrogés à savoir si les croyances entretenues par l'enseignant de ST relatives à la nature de la science, à l'enseignement et à l'apprentissage de la ST peuvent influencer la motivation de ses élèves. En effet, si les croyances influencent le choix des stratégies mises en place en classe de ST et que celles-ci en retour agissent sur la motivation des élèves, serait-il possible d'identifier des liens directs entre l'ensemble des croyances de l'enseignant (ou sa posture pédagogique) et la motivation de ses élèves ?

Toutefois, en recherchant des outils existants permettant d'établir un portrait des croyances des enseignants de ST ou teacher's pedagogical content beliefs, nous avons constaté que plusieurs auteurs se sont souvent limités à sonder un seul aspect des croyances sans tenter d'embrasser une vision d'ensemble de la situation pédagogique.

Par exemple, certains s'attardent aux croyances relevant strictement de la nature de la science (e.g. Aldridge, Taylor, et Chen, 1997), à l'enseignement ou l'apprentissage (e.g. Staub et Stern, 2002), mais jamais à l'ensemble de ces trois composantes.

Pour cette raison, notre premier objectif était de développer un outil plus complet, en s'inspirant d'autres questionnaires existants et ce, avec l'objectif de sonder les croyances des enseignants relativement à l'ensemble des aspects de la situation pédagogique. Conséquemment, il a fallu valider théoriquement et statistiquement notre instrument. Le second objectif découle de l'hypothèse générale de la recherche à l'effet que l'ensemble des croyances pédagogiques (ou posture pédagogique) des enseignants influencent la motivation des élèves à apprendre la ST. Ainsi, il a fallu, pour mettre à l'épreuve cette hypothèse, quantifier chacune des variables pour vérifier, par le biais de tests statistiques, l'existence de corrélations (positives ou négatives) entre elles. Dans le présent article, ayant égard pour le respect de la thématique, l'emphasis sera mise sur le portrait des croyances des enseignants et non pas sur la motivation des élèves pour la ST, dont l'étude est remise à plus tard. La prochaine section rend compte du cadre conceptuel mobilisé pour atteindre nos objectifs.

Cadre conceptuel

Plusieurs concepts sont considérés comme étant apparentés aux croyances : conceptions, représentations sociales, rapports aux savoirs, posture épistémologique ou épistémologie personnelle (Hofer et Pintrich, 1997 ; Therriault, 2008). Par exemple, selon Abric (1994), les représentations sociales sont « des ensembles sociocognitifs formés d'images, de symboles et de concepts construits par des groupes lors d'interactions sociales portant sur un objet ». Elles ont la double fonction de fournir une orientation (fonction d'ordre) et une maîtrise du milieu physique (fonction de contrôle).

Or, les croyances des enseignants seraient des présomptions souvent inconscientes, tacites et sous-entendues qu'ils entretiendraient à l'égard des élèves, des groupes-classes et des contenus à enseigner (Kagan, 1992, p. 65). Pour Pajares (1992), les croyances sont profondément personnelles, non pas universelles, et généralement assez résistantes à la persuasion. Mansour (2009, p. 26) présente la croyance comme une « unité de pensée idiosyncrasique de l'enseignant à propos des objets, des personnes, des événements et de leurs relations particulières qui influencent sa planification ainsi que l'interactivité des pensées et des décisions ». En somme, les croyances des enseignants sont variées, implicites et permettent de donner un sens à — ou même justifier — des actions menées en classe.

Dans la littérature de recherche, le concept de système de croyances renvoie aussi à l'idée de « posture », par exemple lorsqu'il est question de la posture épistémologique. Pour expliquer ce qu'est une posture épistémologique, certains auteurs proposent le terme « épistémologie personnelle » (Fives et Buehl, 2017 ; Jones et Carter, 2014). L'épistémologie personnelle ou croyances épistémologiques fait référence aux croyances sur la nature des connaissances et les modes de savoir (Hofer et Pintrich, 1997). Toutefois, puisque l'enseignant élabore son cadre d'action au cœur de la situation pédagogique (Legendre, 2005), nous pensons qu'il serait plus juste d'utiliser le terme « posture pédagogique » pour rendre compte des types de croyances développés dans le contexte d'une situation d'enseignement-apprentissage. Dans le cadre de notre projet, la posture pédagogique constitue une proposition qui permet l'inclusion d'un plus grand nombre de croyances, soit celles relatives à l'enseignement, l'apprentissage et la nature de la science.

Les croyances de l'enseignant de science technologie (ST)

Lorsqu'il est question d'éducation scientifique, les croyances des enseignants peuvent être organisées selon plusieurs types ou catégories, notamment les croyances relatives à la construction des connaissances, à la nature de la science, au sentiment d'autoefficacité, à l'enseignement, aux élèves et à l'enseignement par investigation (Jones et Carter, 2014).

Au fil de son expérience, l'enseignant crée donc sa propre conception des contenus scientifiques qu'il doit enseigner. Il sait, par exemple, identifier les obstacles liés à la construction d'un concept donné et les difficultés à surmonter (Gauthier, Garnier, et Marinacci, 2005). Cette description est une paraphrase du concept de *pedagogical content knowledge*, ou connaissance pédagogique des contenus, proposée par Shulman (1986). Selon cet auteur, la connaissance pédagogique de contenus va au-delà de la simple connaissance des contenus à enseigner : c'est une représentation et une reformulation du contenu qui le rend compréhensible par autrui.

Dans le même ordre d'idées, certains auteurs considèrent que les croyances sont un sous-ensemble des connaissances pédagogiques des contenus (Boesdorfer et Lorschbach, 2014 ; Friedrichsen, Driel, et Abell, 2011 ; Magnusson, Krajcik, et Borko, 1999). Ces croyances sont alors regroupées sous l'étiquette *orientation to science teaching* qu'on peut traduire librement par l'expression « posture relative à l'enseignement de la science ». Cette posture comprend les croyances relatives à la nature de la science, de l'enseignement et de l'apprentissage de la science ainsi que les finalités et objectifs de l'enseignement des sciences.

Les types croyances retrouvés dans le modèle de Boesdorfer et Lorschbach (2014) sont composés d'éléments que l'on peut aisément inscrire dans ce que Legendre (1993) appelle la situation pédagogique. Selon le modèle SOMA, toute situation d'enseignement-apprentissage comporte trois éléments (l'objet, l'agent et le sujet) qui s'inscrivent en relation et ce, dans un certain milieu. Le sujet (e.g. un élève) s'approprie un objet d'apprentissage (e.g. la masse volumique) sous la supervision d'un agent (e.g. un enseignant et son cahier d'activités) qui tient compte des caractéristiques humaines et matérielles du milieu lors de ses activités pédagogiques (e.g. un groupe d'élèves doubleurs dans un local de technologie). À l'origine de la situation pédagogique figure l'objectif d'apprentissage. La relation didactique unit l'agent et l'objet d'apprentissage : il s'agit de l'axe épistémologique. La relation d'enseignement unit quant à elle l'agent et le sujet : c'est l'axe praxéologique. Finalement, la relation d'apprentissage attache le sujet à l'objet : il s'agit de l'axe psychologique. En somme, ce qu'on observe c'est que pour chacune de ces relations, un ensemble de croyances peut y être associé. En effet, il existe des croyances relatives à l'apprentissage (axe sujet-objet), l'enseignement (axe agent-sujet) et la nature de la science (axe agent-objet).

Les types de postures

Ainsi, en étudiant les croyances pédagogiques des enseignants, les chercheurs ont établi différents critères permettant d'évaluer (et éventuellement de classer) l'« allégeance » des enseignants à celles-ci. Par exemple, Behrmann et Souvignier (2013) affirment que deux positions distinctes émergent de la littérature pour qualifier les croyances pédagogiques des contenus, soit une position dite « transmissive » et une position dite « constructiviste ». En substance, la position transmissive implique un élève se limitant à accueillir le savoir de l'enseignant. La position constructiviste, quant à elle, implique que l'élève possède des connaissances antérieures qu'il devra réorganiser par lui-même pour former de nouveaux apprentissages. Pour Hashweh (1996) c'est le terme « perspective actuelle » qui est employé pour désigner une posture selon laquelle l'enseignant conçoit l'apprenant comme actif et intrinsèquement motivé à construire ses propres connaissances. Inversement, pour cet auteur la perspective primitive ou « *early views* » décrit l'apprenant comme étant relativement inactif, dont la motivation est externe et l'esprit presque vide (*tabula rasa*). L'apprentissage, selon ce point de vue, est essentiellement un processus d'accumulation de connaissances.

Les croyances d'enseignants relativement à la nature de la science peuvent également être caractérisées selon différentes perspectives. Par exemple, les auteurs Aldridge, Taylor et Chen (1997) utilisent l'expression « posture postmoderne », pour qualifier des croyances qui s'inspirent des travaux de Kuhn ou de Feyerabend, tous deux philosophes des sciences de la seconde moitié XXe siècle. Selon la posture postmoderne, il n'existe pas qu'une seule méthode scientifique véritable, mais plusieurs méthodes adaptées selon le type d'investigation requise. De plus, les résultats de recherche doivent faire l'objet d'un consensus de la communauté scientifique afin d'être acceptés comme connaissances. Pour Hashweh (1996), cette posture correspond à ce qu'il nomme « perspective actuelle » parce qu'elle est en accord avec la philosophie de la science d'aujourd'hui.

Selon celle-ci, la science est une entreprise qui a pour objectif de développer des théories pour comprendre le monde. L'objectivité absolue y est impossible et la connaissance scientifique est considérée comme provisoire et construite. À l'opposé, la « perspective primitive » proposée par Hashweh conçoit la science comme une entreprise dont le but est de recueillir des faits. Selon cette perspective, la connaissance scientifique est absolument objective, permanente et découverte (plutôt qu'inventée). Elle met l'accent sur le rôle des observations, de la méthode scientifique et des aspects cumulatifs de la connaissance. Pour Aldridge et ses collègues (1997), la posture objectiviste est campée dans la philosophie empiriste, élaborée lors du Siècle des Lumières.

À cette époque, la science constituait une façon objective de révéler les lois de Dieu et Bacon fut l'un des premiers à faire la promotion des méthodes inductives pour élaborer les théories scientifiques. Ce dernier propose d'utiliser une méthode qui, selon lui, éviterait tous les biais humains. À la suite de l'accumulation de faits à partir de plusieurs expériences répétées, on pouvait arriver à tirer des généralités dans le but d'élaborer des théories.

Conséquemment, il est possible de regrouper certaines appellations et de distinguer deux grandes catégories de posture que nous appellerons ici « sophistiquées » et « élémentaires ». Les croyances plus sophistiquées sont celles qui conçoivent une interprétation multiple d'un même phénomène et qui perçoivent l'apprenant comme ayant un rôle actif dans sa construction de la connaissance (Kang et Wallace, 2005). Dans le cas d'un enseignant entretenant une posture pédagogique sophistiquée, on s'attend à ce que cet enseignant encourage ses élèves à donner un sens à leur apprentissage et les amène à véritablement s'engager dans une démarche scientifique. Dans ce cas, l'enseignant présenterait les résultats de la science comme étant temporaires et relatifs, et mettrait l'accent sur les processus de recherche plutôt que sur leur produit.

À l'opposé, la perspective élémentaire décrit l'apprenant comme étant relativement inactif, dont la motivation est externe et l'esprit initialement pratiquement vide (*tabula rasa*). L'apprentissage, selon ce point de vue, serait essentiellement un processus cumulatif. Dans cette perspective, le but de la science est de recueillir des faits et la connaissance scientifique est absolument objective, permanente et découverte (plutôt qu'inventée). Elle met l'accent sur le rôle des observations, sur la linéarité de la « méthode scientifique » et des aspects cumulatifs et vérificatifs de la connaissance. Bien qu'il s'agisse de positions extrêmes et même quelque peu caricaturales, il reste plus raisonnable d'imaginer un continuum de postures allant d'un extrême à l'autre avec, éventuellement, plusieurs nuances entre les deux pôles ou avec des mélanges de positions de l'une et de l'autre. Il est également possible de concevoir que des contraintes externes (ex. : le nombre d'élèves, les horaires serrés) contraignent parfois malgré eux les enseignants à des initiatives qui sont parfois davantage « élémentaires ».

Méthodologie de recherche

Méthodologie retenue pour l'élaboration et la validation du questionnaire

Pour l'atteinte du premier objectif, soit de développer un outil à partir d'autres questionnaires existants, l'échantillonnage a été organisé autour du concept de pedagogical beliefs, pedagogical content beliefs et celui d'épistémologie des sciences (nature of science). Au total, ce sont sept questionnaires qui ont été retenus parce qu'ils présentaient des caractéristiques intéressantes telles que la présence de questions relatives à la nature de la science, l'apprentissage et/ou l'enseignement des sciences ou des dimensions rendant compte de plusieurs aspects de la situation pédagogique. Les questionnaires retenus sont les suivants : « Beliefs about science and school science questionnaire » (Aldridge et al., 1997), « Questionnaire of Teacher Beliefs About Learning and Scientific Knowledge » (Hashweh, 1996), « Teachers' pedagogical content beliefs on reading instruction » (Behrmann et Souvignier, 2013), « Cognitive Constructivist Orientation of Teachers' Pedagogical Content Beliefs » (Staub et Stern, 2002), « Teacher's pedagogical beliefs questionnaire » (Cobb et al., 1991), « Beliefs about student centered education » (Isikoglu et al., 2009) et « Teacher's beliefs about inquiry » (Saad et BouJaoude, 2012).

Par exemple, le questionnaire des auteurs Staub et Stern (2002), inspiré du questionnaire de Cobb et collègues (1991), comprend des dimensions permettant d'évaluer le rôle de l'apprenant (axe sujet-objet) et de l'enseignant (axe agent-sujet), mais aucun des items du questionnaire ne porte sur l'axe agent-objet. Finalement, les sept questionnaires retenus respectaient les trois critères d'inclusion suivants soit : les items sont accessibles (en annexe d'une publication, par exemple), avoir été validés statistiquement et être issus d'une publication arbitrée ou d'acte de congrès. Tous les items (N = 120) provenant de ces questionnaires ont été retranscrits puis regroupés sous les trois axes de la situation pédagogique (Legendre, 1993) selon un accord interjuge. Tel que suggéré par DeVellis (2017), les items similaires ont été regroupés et fusionnés entre eux, et les items ne faisant pas l'objet d'un consensus de compréhension ont été rejetés.

L'item « la connaissance scientifique est objective et libre des perspectives humaines » provenant du questionnaire de Aldridge et ses collègues (1997) et l'item « la science est basée sur une description objective de la nature » du questionnaire de Hashweh (1996) ont été combinés en un seul item et associé à l'axe agent-objet puisqu'il permet d'évaluer une croyance de l'enseignant relativement à la nature de la science. Tous les items retenus ont été reformulés et adaptés au contexte des cours de science et technologie au Québec puisqu'ils ne provenaient pas toujours de questionnaires faisant l'inventaire de croyances relatives à l'enseignement ou l'apprentissage des sciences. Certains items ont été formulés négativement pour éviter une distorsion induite par le biais d'accords. Puisque la totalité des items était rédigée en anglais, ils ont été traduits en français et lorsque la situation le demandait, adaptés à l'éducation scientifique. Par exemple, l'item « most students learn by themselves how to understand texts » proposé par Behrmann et Souvigner (2013) dans le contexte de la lecture a été traduit et adapté sous la forme suivante : « les élèves apprennent mieux les sciences en tentant de trouver eux-mêmes les réponses à des problèmes ». Après 6 cycles itératifs, un total de 68 items ont été retenus (25 pour l'axe agent-sujet ; 21 pour l'axe sujet-objet ; 22 pour l'axe agent-objet).

Le questionnaire-prototype a été conçu pour être diffusé en ligne, à partir de la plate-forme Google Form ©. En effet, le sondage en ligne comporte certains avantages : il s'agit d'un moyen rapide, économique et qui permet d'interroger un grand nombre d'individus, sans contrainte d'horaire, tout en sécurisant l'anonymat du répondant. De plus, il permet d'éviter d'éventuelles erreurs de transcription et il peut facilement s'exporter dans un logiciel de traitement de données (Fielding, Lee, et Blank, 2008 ; Hox, 2008). Par contre, comme l'Internet est un médium plus dynamique, la possibilité d'avoir plusieurs fenêtres ouvertes simultanément peut mener à vouloir se débarrasser rapidement du questionnaire et de traiter chacune des questions avec moins de profondeur (Hox, 2008). De plus, la sécurité et la confidentialité des données peuvent constituer des limites à ce type d'outil informatique. Il faudra donc interpréter les résultats en restant lucides face à ces limites.

Lors du test prototype avec les enseignants, le titre du questionnaire a été modifié et le terme « représentations des enseignants » a été préféré au terme « croyances » puisque ce dernier peut être associé aux croyances spirituelles ou religieuses alors que ce malentendu est moins probable avec le terme « représentation ». Le questionnaire était séparé en trois sections qui tiennent compte des trois axes de la situation pédagogique soit : l'enseignant et la nature de la science (axe agent-objet) ; l'enseignant et son rôle auprès des élèves (axe agent-sujet) ; et l'élève et sa relation avec les cours de ST (axe sujet-objet).

Sur une échelle de Likert à quatre niveaux, les enseignants devaient indiquer leur accord soit 1 — faiblement en accord jusqu'à 4 — fortement en accord. Le fait d'éliminer une valeur « refuge » (point milieu) d'une échelle permettant de réduire le biais de désirabilité sociale (Garland, 1991). En effet, un des biais de l'investigation par sondage est que les individus tendent à répondre d'une façon plus positive afin de plaire à l'intervieweur. D'ailleurs, Garland (ibid.) a conclu que le fait d'éliminer le point central d'une échelle force les individus indifférents à faire un choix, mais peut également provoquer une certaine distorsion — mineure — des résultats.

Voici des exemples d'items : pour l'axe agent-objet, « La connaissance scientifique est influencée par le contexte social dans lequel elle est générée », pour l'axe agent-sujet, « Si un élève ne comprend pas bien ce qui est enseigné, c'est sans doute parce qu'il n'a pas accordé suffisamment d'attention ou il n'a pas fait l'effort » (inversée) et pour l'axe sujet-objet, « Les élèves devraient être exposés à des cas où plus d'une théorie peut expliquer les observations ». Le prototype de 68 questions a été testé par un échantillon de convenance de 23 enseignants de ST de la région montréalaise. Lorsque l'enseignant répondait positivement à l'invitation, un lien vers le questionnaire prototype (Google Form) lui était envoyé par courriel. Les répondants étaient également informés de la durée approximative du questionnaire (45 minutes) et du nombre de questions (68 items). La première page informait le participant de l'objectif de recherche et un lien URL menait à la lettre d'information concernant le projet. De plus, on y précisait que le consentement à la participation consistait à envoyer le questionnaire complété et que ce consentement pouvait être retiré en tout temps. Il était mentionné que les données seraient confidentielles, anonymes et conservées dans un fichier protégé par mot de passe. Finalement, un mot de remerciement était formulé et les adresses des auteurs du questionnaire étaient affichées si de plus amples informations étaient requises.

Notre objectif d'analyse était de révéler les composantes sous-jacentes pour chacun des axes de notre questionnaire par une analyse exploratoire. Pour analyser les réponses obtenues lors de la mise à l'essai du prototype de questionnaire, nous avons utilisé l'analyse en composantes principales à l'aide du logiciel SPSS (IBM, 2014). Ce type d'analyse a été choisi puisqu'il permet d'identifier la structure sous-jacente des données et éventuellement de réduire si nécessaire le nombre d'items du questionnaire (Yergeau et Poirier, 2013). Ainsi, il a été possible de regrouper les questions autour d'un certain nombre de composantes et d'éliminer les questions qui n'étaient pas corrélées avec les autres. Ceci a permis d'obtenir un aperçu des construits sous-jacents du questionnaire prototype. En effet, cette analyse permet de connaître le nombre de variables latentes qui se dégagent d'un ensemble d'items, permet de condenser l'information et de réduire le nombre d'items (DeVellis, 2017). Le résultat de cette analyse est présenté au tableau 1.

Méthodologie retenue pour quantifier les croyances des enseignants

Dans l'atteinte du second objectif, soit d'établir un portrait quantitatif des croyances des enseignants de ST, la population ciblée s'est étendue à l'ensemble des enseignants de ST du secondaire de la grande région de Montréal travaillant tant au sein d'écoles publiques que privées. L'échantillon était constitué de volontaires qui avaient accepté de participer à ce projet de recherche, soutenu par la CRIJEST à la suite d'une invitation. Une invitation générale avait été également diffusée par l'entremise du site Facebook (dans le groupe Enseignants de ST du Québec). Ce type d'échantillonnage est donc un échantillon de convenance, qui certes comporte des inconvénients puisqu'il est difficilement généralisable à l'ensemble d'une population, mais puisqu'on a dû tenir compte de la disponibilité des participants et du temps qui peut être accordé au projet, l'échantillon de convenance est souvent plus pratique (Creswell, 2009, p. 148). En outre, ce type d'échantillonnage ne met pas en péril les objectifs de recherche puisque l'importance est concentrée sur la variabilité de l'échantillon davantage que sur sa représentativité.

Puisque les croyances constituent des construits psychologiques qui ne sont pas directement mesurables ; elles constituent alors ce qu'on appelle des variables latentes (DeVellis, 2017). Ce qu'il faut alors, c'est tenter de les inférer à partir des réponses des individus (Haddock, 2004). Dans le cas de cette recherche, l'instrument de type questionnaire autoadministré à échelle de Likert a été retenu pour plusieurs raisons. D'abord, un questionnaire à échelle d'accord permet de fournir une direction et une force à une opinion (Loubet de Bayle, 2000). Ensuite, une échelle de mesure permet d'obtenir une information rapide et relativement facile à traiter (DeVellis, 2017 ; Hox, 2008). Cependant, certains désavantages découlent de ce choix méthodologique : puisqu'il n'y a pas d'intervieweur, les éventuelles difficultés de compréhension doivent être anticipées par le chercheur. Le questionnaire doit également être clair et bien conçu afin d'être compris par l'ensemble des participants et dans le but d'éviter des biais induits par l'intervention de l'intervieweur (Hox, 2008, p. 250). Les enseignants participants au projet ont reçu un courriel les invitant à remplir le questionnaire via un lien URL. Par la suite, les statistiques descriptives ont été obtenues permettant ainsi de décrire l'échantillon.

Celles-ci présentent la distribution du genre, du plus haut niveau de scolarité atteint et du nombre d'années d'expérience en enseignement. Afin de sécuriser la cohérence interne des questionnaires des enseignants, l'alpha de Cronbach a été calculé pour chacune des dimensions. Cette valeur permet, en effet, de mesurer la cohérence interne en calculant jusqu'à quel point les items mesurent tous le même construit. Ainsi, une échelle est cohérente « si tous ses items convergent vers la même intensité de réponse » (Yergeau et Poirier, 2013).

Deux types d'analyses ont été effectués pour rendre compte de la posture pédagogique des participants. D'abord des analyses de variance permettent de savoir si le fait d'appartenir à une catégorie (genre, niveau de scolarité, expérience) permet d'expliquer l'hétérogénéité des réponses obtenues. Ensuite, l'analyse de classification hiérarchique par la méthode de Ward a été utilisée. La méthode de Ward fonctionne par un algorithme ascendant c'est-à-dire qu'elle permet d'agréger les individus qui se ressemblent le plus en formant une classe, puis plusieurs classes entre elles jusqu'à ce que tous les individus soient classés (Benzécri, 1985). Cette méthode d'analyse permet de regrouper les enseignants selon leur patron de réponse et permet de classer les individus en minimisant la variance intraclasse tout en maximisant la variance interclasse (Candillier, 2006).

Finalement, les données recueillies l'ont été en respectant les normes éthiques de confidentialité et de consentement. Par exemple, les fichiers de base de données ne sont accessibles que par mot de passe, les documents papier ont été déposés dans un classeur verrouillé et les questionnaires ont été anonymisés en codifiant le nom des participants. Aussi, pour assurer le consentement libre et éclairé, nous nous sommes assurés de l'inexistence de relation d'autorité sur les participants. Les participants ont également eu la possibilité de refuser et de retirer leur consentement en tout temps. Le consentement était éclairé parce que les participants ont été mis au courant des buts et des objectifs du projet. Ils ont finalement été informés des bénéfices qui pouvaient résulter de la participation à ce projet et des possibles risques encourus.

Résultats

Résultats en lien avec le premier objectif : l'émergence des composantes du questionnaire

Puisque le nombre de questions était très grand (68) et que le nombre de participants était faible ($N = 23$), le questionnaire prototype a été scindé en trois sections selon les axes du SOMA (sujet-objet, agent-sujet et agent-objet). Ces trois questionnaires ont été analysés de façon indépendante, mais avec le même protocole.

Avant d'utiliser l'analyse en composante principale (ACP), nous avons analysé les corrélations entre les items et ce, pour chacun des axes. Les items qui n'étaient pas corrélés à d'autres étaient automatiquement rejetés. Par la suite, l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) a permis d'analyser la matrice de corrélation anti-image afin de mesurer l'adéquation de l'échantillonnage et fournir un aperçu de la qualité des corrélations interitems. Puisque nous souhaitons réduire le nombre d'items, nous avons choisi arbitrairement les dix items ayant les meilleures valeurs KMO pour les soumettre à l'analyse en composantes principales. Puis, celle-ci a été effectuée indépendamment pour chacun des axes du questionnaire. Les indices KMO obtenus étaient plus grands que la valeur recommandée de .6 et l'indice de sphéricité de Bartlett était significatif (Field, 2013). Les items qui ont été sélectionnés sont ceux dont les poids (factor loading) étaient les plus élevés pour chacune des composantes (DeVeillis, 2017). Comme l'explique DeVeillis (2017), les items dont les poids sont les plus élevés, sont aussi les plus similaires au construit latent. Il suggère la valeur de .65 pour établir la sélection des items selon leur poids.

Finalement, il a fallu nommer le construit latent mesuré par la composante en comparant les libellés de chacun des items sélectionnés. L'analyse en composante principale a permis de déterminer que les quatre composantes de la section 1 (axe agent – objet) expliquent 81,9 % de la variance totale de cette section. Les quatre composantes identifiées sont les suivantes : caractère objectif de la science, attitude envers la ST, l'autorité du savoir scientifique et l'élaboration des connaissances scientifiques (voir tableau 1).

Pour la section 2 (axe agent-sujet), les trois composantes expliquent 67,9 % de la variance totale de cette section. Les trois composantes identifiées sont les suivantes : structure de l'enseignement, participation active de l'élève et partage de la responsabilité des apprentissages (voir tableau 1). Finalement, les trois composantes de la section 3 (axe sujet-objet) expliquent 69,5 %. Les trois composantes identifiées sont les suivantes : caractère construit des connaissances, objectivité des sciences et importance des réponses vs la démarche (voir tableau 1).

Afin d'assurer la fiabilité du questionnaire, la cohérence interne a été mesurée pour chacune des composantes. La cohérence de chaque section va comme suit : Section 1, $\alpha = ,80$; Section 2, $\alpha = ,67$; Section 3, $\alpha = ,68$. Rappelons que les coefficients alpha de Cronbach se situant entre les valeurs de, $8 < \alpha < ,9$ sont très bons, selon DeVellis (2017, p. 145). Également, les valeurs pour lesquelles, $65 < \alpha < ,70$ sont minimalement acceptables et, $7 < \alpha < ,8$ sont réputées respectables (ibidem). Selon ces critères, la validité interne du questionnaire est donc acceptable. Le résultat obtenu est illustré dans le tableau 1 et résume pour chacune des sections le libellé des composantes et les scores de cohérence interne obtenus par le calcul de l'alpha.

Tableau 1

Libellé des composantes, exemple, nombre d'items et coefficient alpha de Cronbach du questionnaire sur les croyances des enseignants

Section	Libellé de la composante	Exemple d'item	No d'items	α
1. L'enseignant et la nature de la science	Caractère objectif de la science	La connaissance scientifique est influencée par le contexte social dans lequel elle est générée.	3	,83
	Attitude envers la ST	Enseigner la technologie me rend parfois inconfortable. *	3	,78
	Autorité du savoir scientifique	Les connaissances scientifiques peuvent être prouvées hors de tout doute. *	2	,69
	Élaboration des connaissances scientifiques	La recherche scientifique suit rigoureusement les étapes de la méthode scientifique les unes après les autres. *	2	,63
2. L'enseignant et son rôle auprès des élèves	Structure de l'enseignement	Le rôle principal de l'enseignant est de présenter la connaissance scientifique d'une manière bien organisée.*	4	,80
	Participation active de l'élève	Les enfants devraient avoir la possibilité d'inventer des façons de résoudre des problèmes.	3	,60
	Partage de la responsabilité des apprentissages	Si un élève ne comprend pas bien ce que j'ai enseigné, c'est sans doute parce que l'élève n'y a pas accordé suffisamment d'attention ou il n'a pas fait l'effort.	3	,69
3. L'élève et sa relation avec les cours de sciences	Caractère construit des connaissances	Les élèves devraient être exposés à des cas où plus d'une théorie peuvent expliquer les observations.	4	,76
	Objectivité des sciences	Les élèves doivent apprendre que la connaissance scientifique est objective et donc libre de valeurs humaines.*	3	,67
	Importance des réponses vs la démarche	Les élèves réalisent de meilleurs apprentissages lorsqu'ils vivent des expériences de résolution de problèmes plutôt que de mémoriser les faits.	3	,76

* Le sens de la polarité de cette question a été inversé pour conserver le sens du positionnement de l'enseignant.

Résultats en lien avec le deuxième objectif

Lors de la collecte de données, notre questionnaire a été rempli par 25 participants. Ces enseignants volontaires venaient de 12 écoles secondaires publiques situées dans six commissions scolaires différentes. Ainsi, 11 hommes et 14 femmes, ayant différents niveaux de scolarité et d'expérience dans l'enseignement ont répondu à notre questionnaire comportant quatre sections présentées plus haut soit une section d'information sur le participant, une section portant sur l'enseignant et la nature de la science, une autre sur l'enseignant et son rôle auprès des élèves et finalement, une section portant sur l'élève et sa relation avec les cours de sciences (voir la structure du questionnaire proposée au tableau 1). La validité de la structure du questionnaire a été mise à l'essai une seconde fois avec les nouvelles données obtenues. Puisque la validation préalablement établie reposait sur un échantillon très restreint ($N = 23$), il a été décidé de procéder à une mise en commun des réponses de l'échantillon du test préalable et de l'échantillon de la collecte ($N = 25$). Ce faisant, nous obtenions un échantillon plus important totalisant 48 enseignants permettant alors de valider la structure du questionnaire et permettre ainsi de réduire possiblement le nombre d'items. Une fois cette validation opérée, les analyses subséquentes ont été effectuées sur l'échantillon de 25 enseignants de ST du secondaire. Ainsi, nous avons trouvé que la validité interne pour cet échantillon était plutôt pauvre lorsque la structure du questionnaire était conservée telle quelle.

Par exemple, pour la composante 1 de la section 1, l'alpha était de, 50 et celui de la composante 1 de la section 2 était de, 4. Il a donc été décidé de supprimer les questions qui nuisaient à la cohérence des composantes 1 des sections 1 et 2 et de conserver seulement celles qui contribuaient à l'augmentation de l'alpha (DeVellis, 2017, p. 148)¹. Les composantes ayant été conservées sont les suivantes : pour la section 1, le caractère objectif de la science et l'attitude envers la technologie ; pour la section 2, le partage de la responsabilité des apprentissages et la participation active de l'élève ; pour la troisième section, le caractère construit des connaissances. Finalement, pour obtenir un score par enseignant, une moyenne a été calculée en additionnant les scores obtenus pour chaque item de la composante et en divisant ce total par le nombre d'items.

L'analyse de variance

L'analyse de variance permet de comparer plus de deux moyennes afin de tester l'hypothèse nulle selon laquelle les groupes proviennent de la même population (Yergeau et Poirier, 2013). Lorsque nous nous sommes questionnés à savoir si les enseignants répondent différemment au questionnaire selon leur genre, nous n'avons trouvé aucune différence statistiquement significative entre les hommes et les femmes pour les composantes du questionnaire. Ainsi, l'hypothèse nulle n'a pas pu être rejetée. Afin de savoir si les enseignants répondent différemment en fonction de leur scolarité, un test ANOVA à un facteur a permis d'observer que pour la composante « attitude envers la techno », les différences entre les enseignants possédant un DESS (diplôme d'études supérieures spécialisées), ceux détenant un baccalauréat et ceux qui détiennent une maîtrise sont significatives et de grande taille d'effet (Cohen, 1988). Un test post-hoc montre qu'il y a une différence significative ($p < ,05$) entre les enseignants possédant un DESS comparativement à ceux détenant un baccalauréat ou une maîtrise. Plus précisément, on remarque que les enseignants ayant une maîtrise ont une moyenne plus élevée que les autres groupes, ce qui pourrait signifier que ceux-ci entretiennent une attitude plus favorable envers l'enseignement de la technologie.

Nous nous sommes également interrogés afin de savoir s'il existe une différence entre les enseignants selon leur niveau d'expérience. Le test ANOVA à un facteur a permis d'observer que pour la composante « attitude envers la techno », les différences entre les enseignants possédant de 0 à 10 ans, de 11 ans à 20 ans, de 21 à 30 ans d'expérience et de plus de 30 ans d'expérience sont significatives et de forte taille d'effet (Cohen, 1988). Le test post-hoc nous indique que les enseignants possédant plus de 30 ans d'expérience, soit les enseignants les plus expérimentés de notre échantillon, ont une attitude moins favorable envers l'enseignement de la technologie.

1. La structure des composantes et les alpha obtenus pour l'échantillon d'enseignants de la collecte finale ($N = 25$) ne sont pas illustrés sous forme de tableau dans cet article, mais pourraient être fournis sur demande.

Le test ANOVA à un facteur a permis d'observer que pour la composante « participation active de l'élève », les différences entre les enseignants possédant de 0 à 10 ans, de 11 ans à 20 ans, de 21 à 30 ans d'expérience et de plus de 30 ans d'expérience sont significatives et de forte taille d'effet (Cohen, 1988). Le test post-hoc nous indique que les enseignants possédant plus de 30 ans d'expérience obtiennent une moyenne plus basse ($p < ,05$) que les autres enseignants ayant entre 0 et 10 ans d'expérience en enseignement, ou entre 11 et 20 ans d'expérience et que les enseignants possédant entre 21 et 30 ans d'expérience. Donc, selon nos résultats, ce sont les enseignants les plus expérimentés qui se sentent le moins à l'aise de laisser les élèves soumettre leurs propres solutions lorsqu'il est question de résoudre des problèmes.

L'analyse typologique

Ainsi, ce type de classification hiérarchique a permis de regrouper les réponses des enseignants ($N = 25$). Les variables utilisées pour établir les regroupements sont les cinq composantes du questionnaire telles que présentées dans la section précédente. En utilisant la distance de Ward, l'analyse du dendrogramme permettait d'envisager une solution à deux ou trois classes. Après l'analyse de variance, la solution à trois classes a été rejetée puisqu'elle n'était pas discriminante pour toutes les composantes. De la même façon, afin de valider la solution à deux classes, un test t a été effectué. Celui-ci permet de valider la solution à deux clusters en excluant la composante « caractère construit des connaissances » parce qu'elle n'est pas discriminante à $p < ,05$. Ainsi, deux regroupements sont apparus lors de l'analyse de classification hiérarchique pour quatre des cinq composantes de notre questionnaire. L'analyse de classification hiérarchique indique que pour un groupe d'enseignants, la moyenne des scores de la composante « caractère objectif de la science » est plus grande, mais pour les autres composantes (attitude envers la technologie, partage de la responsabilité des apprentissages et la participation active de l'élève) la moyenne des scores est plus faible. Nous avons choisi l'étiquette « subjectifs, réfractaires et directifs » puisque les réponses fournies suggèrent que ces enseignants ont davantage la perception que les sciences sont subjectives tout en ayant une attitude moins favorable envers la technologie et une vision du partage de la responsabilité des apprentissages en faveur d'un plus grand rôle à l'enseignant, en encourageant plus ou moins la participation active des élèves. Pour le deuxième groupe (objectifs, technophiles et participatifs), c'est la position inverse : ces enseignants considèrent les sciences comme objectives, possèdent une attitude favorable à la technologie, favorisent le partage de la responsabilité des apprentissages et le développement de l'autonomie des élèves. La figure 1 illustre les scores moyens obtenus pour chacune des composantes du questionnaire des enseignants selon les regroupements obtenus.

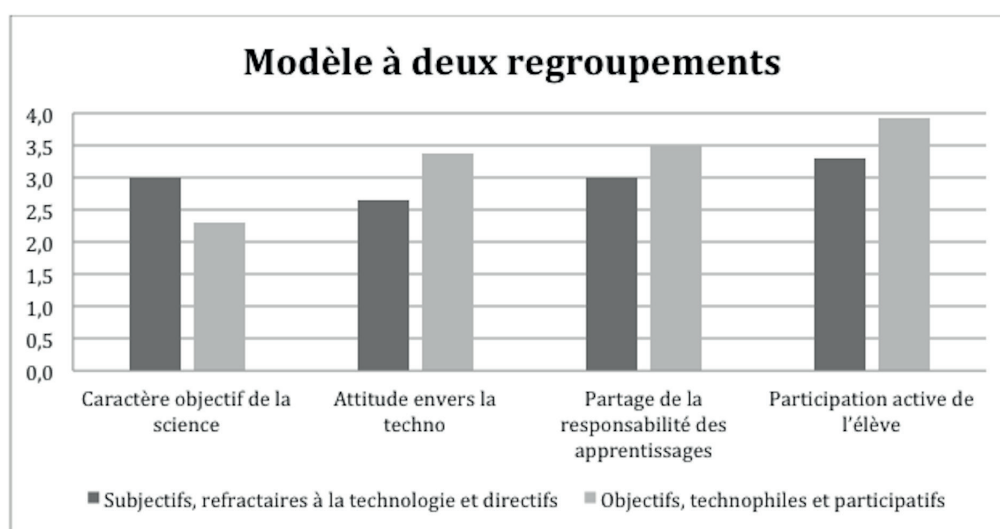


Figure 1 : Représentation des patrons de réponses pour chacun des regroupements d'enseignants : les « subjectifs, réfractaires à la technologie et directifs » et les « objectifs, technophiles et participatifs ».

Discussion

Discussion des résultats obtenus dans la poursuite du premier objectif

Suite aux analyses en composantes principales, les construits sous-jacents à chacune des sections ont été révélés. Pour la section 1 (axe agent-objet) portant sur les croyances relatives à la nature de la science, dix items répartis en quatre composantes traitent du caractère objectif de la science, de l'attitude envers la ST, de l'autorité du savoir scientifique ainsi que du processus d'élaboration des connaissances scientifiques. Pour la section 2 (axe agent-sujet), traitant de l'enseignant et son rôle auprès de l'élève, trois composantes réparties en dix items traitent de la structure de l'enseignement, de la participation active de l'élève et du partage de la responsabilité des apprentissages. Finalement, la section 3 (axe sujet-objet) portant sur l'élève et sa relation avec les cours de sciences, dix items répartis en trois composantes abordent les aspects du caractère construit des connaissances, de l'objectivité des sciences et de l'importance des réponses versus la démarche. De plus, les coefficients alpha de Cronbach indiquent que la validité interne est plutôt bonne (DeVellis, 2017), et ce, pour toutes les sections du questionnaire. Conformément à notre objectif qui était de développer un outil afin de sonder les croyances des enseignants relativement aux différents aspects de la situation pédagogique, nous avons réussi à obtenir un questionnaire statistiquement valide, et ce pour les trois axes du modèle SOMA. Par contre, il est important de considérer qu'un plus grand échantillon permettrait de sécuriser la structure du questionnaire et d'augmenter la robustesse de sa validité.

Discussion des résultats obtenus dans la poursuite du deuxième objectif

Résultats obtenus lors de l'analyse de variance

Pour faire suite aux analyses de variance, il semble que la composante « attitude envers la techno » soit révélatrice de variabilité entre les enseignants selon leur niveau de scolarité et leur expérience. Pour la composante « participation active de l'élève », il semble que cela soit l'expérience en enseignement qui puisse contribuer à expliquer la variance des données obtenues. Pour ce qui est d'être un homme ou une femme, cela ne permet pas d'expliquer la variance des réponses pour aucune des composantes. Ce résultat va dans le même sens que les auteurs Isikoglu, Basturk et Karaca (2009), qui se sont intéressés aux croyances éducationnelles des enseignants relatives à la pédagogie centrée sur l'élève. Lors de leur analyse, les auteurs n'ont pas trouvé de différence significative entre les hommes et les femmes pour les composantes de leur questionnaire.

En ce qui concerne l'attitude envers la technologie, peut-être que le fait d'avoir un haut niveau de scolarité (comme la maîtrise) contribue favorablement au sentiment de compétence des enseignants de ST favorisant en retour une attitude positive envers l'enseignement de la technologie ? En effet, selon nos résultats, il semble que les enseignants détenant une maîtrise aient une attitude plus favorable envers l'enseignement de la technologie. Dans un rapport portant sur l'interdisciplinarité et l'enseignement des sciences, technologies et mathématiques au premier cycle du secondaire, les auteurs Hasni, Larose et Squalli (2012) mentionnaient déjà que la majorité des enseignants ne considèrent pas qu'ils maîtrisent suffisamment les contenus de l'univers technologique. Selon les auteurs, à la base de ce faible sentiment de compétence se trouverait le manque de formation initiale en la matière. Il se pourrait donc que la relation entre le niveau de scolarité et l'attitude envers l'enseignement de la technologie soit modérée par le sentiment de compétence de l'enseignant.

D'autre part, l'inadéquation de la formation initiale des enseignants en lien avec le nouveau programme de ST avait également été soulevée par Houde et Kalubi (2009). Une telle inadéquation pourrait également partiellement expliquer le fait que dans notre échantillon, ce sont les enseignants qui ont le plus d'expérience qui ont une attitude moins favorable envers l'enseignement de la technologie. En effet, ces enseignants ont obtenu leur formation initiale avant l'arrivée des nouveaux programmes et comme le mentionnent Houde et Kalubi (2009), « la formation (initiale et continue) reçue par les enseignants de ST serait parfois incomplète et ne permettrait que partiellement de faire face aux réalités de l'enseignement » (p. 83).

En somme, que ce soit par la formation initiale ou continue inadéquate ou déficiente, nos résultats montrent que les enseignants d'expérience n'entretiennent pas une attitude aussi favorable à l'enseignement de la technologie que leurs collègues plus novices.

Finalement, selon nos résultats, ce sont les enseignants les plus expérimentés qui obtiennent les scores les plus bas pour la composante « participation active des élèves ». Ceci entre cependant en possible contradiction avec les résultats de Isikoglu, Basturk et Karaca (2009), qui ont découvert que les enseignants possédant plus d'expérience étaient davantage centrés sur l'élève. Dans leur étude, les auteurs suggèrent que les jeunes enseignants ayant moins d'expérience se sentent probablement moins à l'aise de laisser davantage d'autonomie aux élèves. Ils adoptent parfois une posture davantage centrée sur leur prestation. Nos résultats indiquent que les enseignants de plus de 30 ans d'expérience entretiennent des croyances selon lesquelles il n'est pas nécessaire de laisser aux élèves la possibilité d'inventer des façons de résoudre des problèmes ou de soumettre leurs propres solutions. Peut-être que cela est dû à l'idée que pour « couvrir le programme » et atteindre tous les objectifs, il est contre-productif de laisser les élèves errer dans des démarches possiblement infructueuses. Cette idée pourrait s'être renforcée avec le temps chez les enseignants d'expérience.

Résultats obtenus lors de l'analyse de classification

Pour ce qui est de l'analyse par classification hiérarchique, il est possible de constater qu'on n'enregistre pas nécessairement de cohérence manifeste entre les réponses obtenues d'une composante à l'autre. Ainsi, ce n'est pas parce qu'un enseignant possède un score élevé pour la composante « caractère objectif de la science » qu'il en va ainsi pour les autres composantes. De tels résultats vont dans le même sens que ceux de Tsai (2002) qui avait trouvé que les croyances relatives à l'enseignement et l'apprentissage ainsi que la nature de la science ne sont pas toujours alignées. De même, Therriault (2008) avait déjà relevé certaines tensions entre différentes dimensions de l'épistémologie personnelle des futurs enseignants. Ainsi, l'auteure propose que « l'épistémologie personnelle ne constitue pas un tout monolithique ». Nos résultats semblent appuyer ces propos.

L'analyse de classification hiérarchique indique que les enseignants ayant une vision plus objective de la science sont à peu de chose près aussi nombreux que ceux entretenant une vision plus subjective de celle-ci (12 contre 13). Ceci diverge du résultat qu'avaient obtenu Saad et Boujaoude (2012) qui ont trouvé que la majorité des enseignants de leur échantillon (85 %) entretenaient une vision élémentaire (plus objective) de la science. Est-ce qu'on peut ainsi penser que les enseignants du Québec ont une vision plus sophistiquée que leurs compatriotes libanais ? Ce pourrait être une question intéressante à examiner dans le cadre d'un prochain projet de recherche.

De plus, on remarque que, pour deux composantes, les moyennes intergroupes sont plus polarisées. Il s'agit des composantes « caractère objectif de la science » et « attitude envers la technologie ». Cela indique que pour ces questions, les enseignants participants entretiennent des postures peut-être plus radicales. Concernant le caractère objectif de la science, Therriault (2008) a trouvé que les futurs enseignants de ST (en formation initiale) « considèrent que les savoirs reconnus sont basés sur une réalité objective » (p. 215). Nos résultats semblent indiquer qu'un groupe d'enseignants adhère à cette vision de la connaissance scientifique, alors que d'autres ont une vision opposée.

Pour ce qui est de l'attitude envers la technologie, il semble y avoir quelque chose à explorer quant au malaise exprimé par certains participants. En effet, le groupe des « subjectifs, réfractaires et directifs » obtient une moyenne plutôt faible pour ce qui est de l'attitude face à l'enseignement de la technologie. Comment expliquer cette attitude négative ? Il faut peut-être rappeler ici que la grille-matière a profondément changé lors de l'implantation du Renouveau pédagogique au secondaire. En effet, selon le rapport du Conseil supérieur de l'éducation (2013) « l'intégration de l'univers technologique constitue l'une des principales difficultés des enseignants [puisqu'une] part importante des enseignants actuellement en fonction n'a pas été formée dans ce domaine. Pour plusieurs d'entre eux, le malaise à l'égard de ce volet du programme serait profond » (p. 33).

Limites de la recherche

Certaines limites doivent être considérées lors de l'interprétation de nos résultats. En effet, il est probable que la variance de l'échantillon d'enseignants ne soit pas assez importante parce que le nombre de participants est relativement faible ($N = 25$). En outre, un échantillon comportant un grand nombre de participants aurait permis de maximiser la variabilité des résultats et la représentation de la population des enseignants de ST du Québec (Creswell, 2009). En effet, une menace à la validité des résultats peut résider dans le fait que nous avons procédé en utilisant un échantillon de convenance. Ainsi, les enseignants qui souhaitaient participer partageaient probablement certaines caractéristiques communes, ce qui a pu compromettre la variabilité de l'échantillon. Finalement, le biais de désirabilité sociale peut également avoir entaché les résultats puisque, toute personne qui répond à un questionnaire autoadministré est susceptible de modifier ses réponses afin de plaire à l'intervieweur ou sinon de moduler ses réponses pour éviter qu'il y ait trop de réponses négatives par rapport aux réponses positives (ou inversement).

Implications pour la recherche et pour la formation des enseignants

Cette recherche a permis de rendre compte de la complexité des croyances pédagogiques entretenues par les enseignants de ST. Par exemple, l'analyse typologique montre qu'un certain nombre d'enseignants entretiennent une conception selon laquelle les savoirs scientifiques sont objectifs, alors que pour d'autres enseignants ces savoirs sont plutôt subjectifs. D'une part, l'analyse typologique a dévoilé que les enseignants qui considèrent que les savoirs scientifiques sont objectifs ont en revanche une attitude très favorable à l'enseignement de la technologie.

D'autre part, cette même composante a révélé, lors de l'analyse de variance, que les enseignants expérimentés ont une attitude plutôt défavorable envers l'enseignement de la technologie, alors que les enseignants détenant une maîtrise ont, au contraire, une attitude plutôt favorable. De plus, les enseignants expérimentés semblent être moins favorables à laisser plus d'autonomie à leurs élèves lors de la résolution de problème.

Ceci est problématique puisque comme le mentionnent Houde et Kalubi (2009) « la nature des activités scientifiques et technologiques requiert fréquemment un travail en collaboration de la part des élèves » (p. 83). En effet, ces activités nécessitent une participation accrue des élèves tout en les amenant à proposer leurs propres solutions lorsqu'ils sont placés en situation de résolution de problème. Cette tension qui existe entre le niveau d'autonomie visé par la nature même des activités scientifiques et technologiques, et celle laissée par certains enseignants de ST, mène à penser que pour actualiser les compétences professionnelles de l'enseignant un accompagnement pourrait s'avérer nécessaire.

En considérant le référentiel des compétences récemment mis à jour (Gouvernement du Québec, 2020) on constate que certaines compétences professionnelles sont effectivement en lien avec le partage des responsabilités de l'apprentissage et le développement de l'autonomie chez l'élève. Par exemple, une de ces compétences vise à « mettre en place diverses approches et stratégies (...) afin de susciter et de maintenir chez les élèves un engagement actif dans la tâche et de cultiver leur autonomie » (Gouvernement du Québec, 2020, p. 57) ou encore à « favoriser le travail collaboratif, les échanges, la participation et l'entraide chez les élèves. » (Gouvernement du Québec, 2020, p. 65). Ainsi, ces compétences gagneraient à être soutenues et développées chez les enseignants dans une perspective professionnalisante.

Enfin, il semble que les croyances relatives aux savoirs scientifiques des enseignants de ST et l'attitude ambivalente des enseignants de ST envers l'enseignement de la technologie soient à prendre en considération lors de l'accompagnement de ces derniers. En effet, le changement de programme en ST a été un bouleversement pour plusieurs enseignants (Conseil Supérieur de l'Éducation, 2013) et il semble que ce malaise persiste. Finalement, notre questionnaire pourrait permettre à un enseignant de ST (ou un accompagnant par exemple, un conseiller pédagogique) de révéler des croyances et représentations autrement implicites, tant épistémologiques que pédagogiques.

En fait, pour faire évoluer les pratiques d'enseignement, les croyances des enseignants de ST doivent être mises en évidence. Comme le mentionne Pierre Potvin (2016), « pour favoriser le questionnement réflexif, l'accompagnateur doit susciter le doute, ébranler les idées, les croyances, les représentations et les pratiques » (p. 5). Il importe donc que l'accompagnant soit au fait de ces croyances, qui restent au demeurant souvent implicites. Chez les enseignants de ST il semble que les croyances relatives à la nature de connaissance scientifique et à l'attitude envers l'enseignement de la technologie pourraient être considérées comme requérant davantage d'attention.

Conclusion

La collecte de données a permis de recueillir les réponses de 25 enseignants provenant de diverses écoles publiques de la grande région de Montréal. Deux types d'analyses ont permis de rendre compte des croyances entretenues par les enseignants de ST, et relèvent certaines tensions quant au caractère objectif des connaissances scientifiques, de l'attitude envers l'enseignement de la technologie et de la participation de l'élève dans ses apprentissages. En outre, le questionnaire élaboré dans le cadre de cette recherche pourrait être utilisé comme un outil diagnostic pour ceux qui accompagnent les enseignants en fonction afin d'explicitier certaines croyances en lien avec la nature de la science, l'enseignement et l'apprentissage de la ST.

Afin de tenir compte des enjeux soulevés précédemment, il pourrait être intéressant d'étudier la planification et la réalisation d'activités professionnalisantes qui tiennent compte des croyances des enseignants de ST. Entre autres, il serait intéressant de vérifier comment le conseiller pédagogique s'y prend pour articuler les croyances des enseignants au regard des compétences professionnelles à développer.

Bibliographie

- Abric, J.-C. (1994). *Pratiques sociales et représentations*. Presses universitaires de France.
- Aldridge, J., Taylor, P. et Chen, C. (1997). Development, Validation and Use of the Beliefs About Science and School Science Questionnaire (BASSSQ). National Association for Research on Science Teaching.
- Behrmann, L. et Souvignier, E. (2013). Pedagogical content beliefs about reading instruction and their relation to gains in student achievement. *European Journal of Psychology of Education*, 28(3), 1023-1044. doi : 10.1007/s10212-012-0152-3
- Benzécri, F. (1985). Introduction à la classification ascendante hiérarchique d'après un exemple de données économiques. *Les cahiers de l'analyse des données*, 10(3), 279-302. http://www.numdam.org/item?id=CAD_1985__10_3_279_0
- Boesdorfer, S. et Lorsbach, A. (2014). PCK in Action : Examining one Chemistry Teacher's Practice through the Lens of her Orientation Toward Science Teaching. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2111-2132.
- Bryan, R. R., Glynn, S. M. et Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education*, 95(6), 1049-1065. doi : 10.1002/sce.20462
- Buehl, M. M. et Beck, J. S. (2014). The relationship between teachers' beliefs and teachers' practices. *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs*, (2014), 66-84. doi : 10.4324/9780203108437-11
- Candillier, L. (2006). *Contextualisation, visualisation et évaluation en apprentissage non supervisé*. Université Charles de Gaulle - Lille 3.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., Nicholls, J., Wheatley, G., Trigatti, B. et Perlwitz, M. (1991). Assessment of a problem-centered second grade mathematics project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22 (January), 3-29. doi : 10.2307/749551
- Conseil Supérieur de l'Éducation. (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire*. Gouvernement du Québec.
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design : qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (third edit, vol. 1). Sage Publication.

De Bourassa, B., Serre, F. et Ross, D. (1999). Apprendre de son expérience. Les Presses de l'Université du Québec.

DeVellis, R. F. (2017). Scale Development Theory and Applications (4^e édition). Sage.

Driel, J. Van, Verloop, N. et Vos, W. De. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.

Field, A. P. (2013). Discovering statistics using IBM SPSS statistics and sex and drugs and rock « n » roll (4^e édition). SAGE.

Fielding, N., Lee, R. M. et Blank, G. (2008). The SAGE handbook of online research methods. Handbook of online research methods. SAGE.

Fives, H. et Buehl, M. M. (2011). Spring cleaning for the « messy » construct of teachers' beliefs : What are they ? Which have been examined ? What can they tell us ? (Volume 2). APA educational psychology handbook.

Fives, H. et Buehl, M. M. (2017). The functions of beliefs : Teachers' Personal Epistemology on the Pinning Block. Dans G. Schraw, J. L. Brownlee, L. Olafson et M. Vander Veldt Brye (dir.), *Teachers' Personal Epistemologies : Evolving Models for Informing Practice* (p. 25-54).

Friedrichsen, P., Driel, J. H. Van et Abell, S. K. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95(2), 358-376.

Gauthier, D., Garnier, C. et Marinacci, L. (2005). Les représentations sociales de l'enseignement et de l'apprentissage de la science et de la technologie d'élèves et d'enseignants du secondaire. *Journal International sur les Représentations Sociales*, 2(1), 20-32. http://geirso.uqam.ca/jirso/Vol2_Aout05/20Gauthier.pdf

Haddock, G. (2004). On Using Questionnaires to Measure Attitudes. Dans G. M. Breakwell (dir.), *Doing social psychology research* (chap. 7, p. 154-173). BPS Blackwell.

Hashweh, M. Z. (1996). Palestinian Science Teachers' Epistemological Beliefs : A Preliminary Survey. *Research in Science Education*, 26(1), 89-102.

Hasni, A., Larose, F. et Squalli, H. (2012). Interdisciplinarité et enseignement des sciences, technologies et mathématiques au premier cycle du secondaire : place, modalités de mise en œuvre, contraintes disciplinaires et institutionnelles. Université de Sherbrooke. doi : 10.13140/2.1.2650.8321

Hofer, B. K. et Pintrich, P. R. (1997). The Development of Epistemological Theories : Beliefs about Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning, *Sage journals*, 67(1), 88-140.

Houde, S. et Kalubi, J.-C. (2009). Besoins perçus et adaptation des démarches d'enseignement : le cas de l'enseignement des sciences et technologies au secondaire. *Brock Education*, 19(1), 73-93.

Hox, J. J. (2008). International Handbook of Survey Methodology. Routledge

Isikoglu, N., Basturk, R. et Karaca, F. (2009). Assessing in-service teachers' instructional beliefs about student-centered education : A Turkish perspective. *Teaching and Teacher Education*, 25, 350-356. doi : 10.1016/j.tate.2008.08.004

Jones, M. G. et Carter, G. (2014). Science teacher attitudes and beliefs. Dans N. G. Lederman et S. K. Abell (dir.), *Handbook of Research on Science Education* (volume 2, chap. 41, p. 830-847). Taylor & Francis.

Kagan, D. M. (1992). Implication of Research on Teacher Belief. *Educational Psychologist*, 27(1), 65-90. doi : 10.1207/s15326985ep2701_6

Kang, N.-H. et Wallace, C. S. (2005). Secondary science teachers' use of laboratory activities : Linking epistemological beliefs, goals, and practices. *Science Education*, 89(1), 140-165. doi : 10.1002/sce.20013

Kuhn, T. S. (2008). La structure des révolutions scientifiques (Nouv. éd.). Flammarion.

Legendre 1942-, R. (dir.). (1993). Dictionnaire actuel de l'éducation dir. de (2^e éd.). Guérin.

Legendre, R. (2005). Dictionnaire actuel de l'éducation (3^e éd.). Guérin.

Logan, M. R. et Skamp, K. R. (2013). The Impact of Teachers and Their Science Teaching on Students' 'Science Interest': A four-year study. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2879-2904. doi : 10.1080/09500693.2012.667167

Magnusson, S., Krajcik, J. et Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. Dans J. Gess-Newsome et N. G. Lederman (dir.), *PCK and Science Education* (p. 95-132). Kluwer Academic Publishers.

Mansour, N. (2009). Science Teachers' Beliefs and Practices : Issues, Implications and Research Agenda. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(1), 25-48.

Gouvernement du Québec. (2020). Référentiel de compétences professionnelles. Profession enseignante. Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ). https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/education/publications-adm/devenir-enseignant /referentiel_competchances_professionnelles_profession_enseignante.pdf ? 1606848024

OCDE. (2014). Résultats de TALIS 2013 : Une perspective internationale sur l'enseignement et l'apprentissage. doi : <https://doi.org/10.1787/9789264214293-fr>

Osborne, J. et Collins, S. (2000). Pupils' and Parents' Views of the School Science Curriculum. *School science review*, 82(298), 23-32

Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research : Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.

Pečjak, S. et Košir, K. (2004). Pupils' reading motivation and teacher's activities for enhancing it. *Review of Psychology*, 11(1-2), 11-24.

Potvin, P. (2016, 19 avril). Rôles et responsabilités en accompagnement [symposium]. 3^e symposium sur le transfert des connaissances en éducation, Université Laval, Québec, QC, Canada.

Potvin, P. et Hasni, A. (2014). Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *Journal of Science Education and Technology*. doi : 10.1007/s10956-014-9512-x

Saad, R. et BouJaoude, S. (2012). The Relationship between Teachers' Knowledge and Beliefs about Science and Inquiry and Their Classroom Practices. *Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(2), 113-128.

Staub, F. C. et Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains : Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 344-355. doi : 10.1037/0022-0663.94.2.344

Therriault, G. (2008). Postures épistémologiques que développent des étudiants des profils sciences et technologies et univers social au cours de leur formation initiale à l'enseignement secondaire : une analyse de leurs croyances et de leurs rapports aux savoirs [thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Rimouski]. <http://www.archipel.uqam.ca/1311/1/D1697.pdf>

Tsai, C.-C. (2002). Nested epistemologies : Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783. doi : 10.1080/09500690110049132

Venturini, P. (2004). Attitudes des élèves envers les sciences : le point des recherches. *Revue française de pédagogie*, (149), 97-123.

Yergeau, E. et Poirier, M. (2013). SPSS à l'UdeS. <http://spss.espaceweb.usherbrooke.ca>

