



HAL
open science

Construction et validation préliminaire d'un outil francophone mesurant les conceptions épistémiques en lien avec les sciences

Huong T.Q. Dang, Hélène Hagège

► **To cite this version:**

Huong T.Q. Dang, Hélène Hagège. Construction et validation préliminaire d'un outil francophone mesurant les conceptions épistémiques en lien avec les sciences. Recherches & éducations, 2020, 10.4000/rechercheseducations.8654 . hal-03777696

HAL Id: hal-03777696

<https://hal.science/hal-03777696v1>

Submitted on 15 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Construction et validation préliminaire d'un outil francophone mesurant les conceptions épistémiques en lien avec les sciences

Huong TQ-Dang et H el ene Hag ege



 dition  lectronique

URL : <https://journals.openedition.org/rechercheseducations/8654>

DOI : 10.4000/rechercheseducations.8654

ISSN : 1760-7760

 diteur

Société Binet Simon

Ce document vous est offert par Université de Limoges



Référence  lectronique

Huong TQ-Dang et H el ene Hag ege , « Construction et validation préliminaire d'un outil francophone mesurant les conceptions épistémiques en lien avec les sciences », *Recherches &  ducatons* [En ligne], | 2020, mis en ligne le , consulté le 12 novembre 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rechercheseducations/8654> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rechercheseducations.8654>

Ce document a été généré automatiquement le 12 novembre 2021.

Propriété intellectuelle

Construction et validation préliminaire d'un outil francophone mesurant les conceptions épistémiques en lien avec les sciences

Huong TQ-Dang et Hélène Hagège

Introduction

Contexte

- 1 Dans le contexte international, développer l'alphabétisation scientifique (Kang, 2008) a motivé de nombreuses réformes ces deux dernières décennies (Garm et Karlsen, 2004), pour améliorer la formation des futurs citoyens. Il semble en effet nécessaire, pour éduquer les élèves à un usage critique des sciences, que les enseignants adoptent des conceptions sophistiquées de la science et des approches pédagogiques constructivistes (au lieu d'enseigner les sciences comme des faits ou des règles à mémoriser ; *ibid.* ; Tsai, 2007). De telles compétences ont été mentionnées dans les textes officiels du ministère de l'Éducation nationale français (BO, 1997 ; 2007). Leur développement requerrait donc de former systématiquement les enseignants en sciences à l'épistémologie et la didactique des sciences. De plus, il serait nécessaire d'évaluer efficacement l'impact de telles formations sur les conceptions épistémiques¹, à savoir sur les conceptions de la science, l'enseignement et l'apprentissage. Or, bien que de nombreuses recherches francophones (non relatées ici) se soient intéressées à ces variables, nous ne disposons pas d'outil *validé* en français, *et adapté à notre contexte*, pour ce faire.

État de l'art

- 2 Ce type d'outils a en effet été développé, et surtout publié, dans la littérature anglo-saxonne.

Études des conceptions sur l'apprentissage et l'enseignement

- 3 En ce qui concerne l'évaluation des conceptions sur l'apprentissage et l'enseignement, des travaux pionniers ont été menés par Perry (1999) dans les années 1950-60. Sur la base d'entrevues, il a proposé une vision développementale, selon laquelle les étudiants peuvent passer i) d'une position dualiste - le savoir, soit vrai soit faux, est détenu par les autorités - ii) à un multiplicitisme - le savoir, relatif, peut être aussi bien élaboré par un novice que par un expert, iii) à une vision contextualiste - le savoir, construit dans un contexte, a un domaine de validité, et l'expert peut former le novice comme un artisan forme un apprenti critique. Ces travaux ont fondé un champ de recherches psycho-sociologiques, par la suite appelé « épistémologie personnelle », et dont les objets concernent les croyances sur les connaissances, leurs modalités d'acquisition et de validation (revu par Crahay et Fagnant, 2007). Schommer (1990) y a critiqué la perspective développementale, en argumentant que les conceptions de la connaissance et de l'apprentissage sont constituées de « croyances épistémologiques » plus ou moins indépendantes. Elle a initié l'emploi d'échelles de Likert dans ce champ, en proposant un outil à cinq dimensions (ibid.). Hofer a proposé un modèle conciliant ces deux perspectives de Perry et Schommer (revu par Crahay et Fagnant, 2007). A notre connaissance, le seul outil psychométrique explicitement dédié aux conceptions sur l'enseignement et l'apprentissage a été validé en chinois (*Teaching and Learning Conceptions Questionnaire* ; TLCQ ; Chan et Elliott, 2004).

Études des conceptions sur la science

- 4 En ce qui concerne l'évaluation des conceptions de la science, deux courants majoritaires de recherches peuvent être distingués. Le premier s'inscrit dans les recherches en épistémologie personnelle. Pomeroy (1993) a vraisemblablement été la première à proposer une échelle pour évaluer les conceptions de la science (et aussi de son apprentissage et son enseignement). Malgré une nécessaire amélioration de leurs qualités psychométriques, ses instruments ont permis de distinguer l'épistémologie personnelle de scientifiques, d'enseignants du primaire, et du secondaire (ibid.). Hofer (2000) a développé un questionnaire évaluant les croyances sur la science et sur la psychologie. Elder (2002) et Conley *et al.*(2004) ont aussi publié des instruments quantitatifs et dédiés aux élèves de l'école élémentaire. Le second courant, inclus dans le champ de l'éducation scientifique, dérive du travail initial de Lederman sur la "nature de la science" (revu par Abd-El-Khalick et Lederman, 2000). Les chercheurs y recourent principalement à des recueils de données qualitatives, même s'il a aussi servi de base pour des échelles de Likert (Tsai, 2007).

Études des relations entre les conceptions épistémiques

- 5 De nombreuses études ont évalué les relations entre d'une part les conceptions sur la connaissance et, d'autre part, les conceptions sur l'apprentissage et l'enseignement, et dans une variété de contextes culturels (par ex : Brownlee, 2001 ; Chan et Elliott, 2004 ;

Otting *et al.*, 2010). Elles ont tendance à montrer que les conceptions constructivistes de l'apprentissage et de l'enseignement vont plutôt de pair avec des conceptions épistémologiques sophistiquées. D'autres études, abordant plus spécifiquement les conceptions sur les sciences, ont montré des liens similaires avec les conceptions sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (Pomeroy, 1993 ; Tsai, 2007).

Nous avons seulement trouvé trois mentions d'outils psychométriques existant en français, traduits du questionnaire de Schommer *et al.* (1997 ; Huet et Escribe, 2004), de Hofer (2000 ; Therriault et Harvey, 2011), ou de Conley *et al.* (2004 ; Laliberté, 2013), traduits selon la procédure de Vallerand (1989) pour les deux derniers, mais non validés, et administrés à des échantillons plus ou moins restreints (respectivement $n = 28$; 50 ; 142).

Outils publiés en français

- 6 Nous avons seulement trouvé quatre mentions d'outil psychométrique existant en français. Des Lierres *et al.*, (1992) ont publié mais non validé un questionnaire analysant les croyances des étudiants quant aux relations entre la science et la santé, l'environnement, *etc.* Huet et Escribe (2004) ont utilisé une version française, non validée, du questionnaire de Schommer (1994), après avoir suivi la procédure d'adaptation culturelle proposée par Vallerand (1989). Leur étude a été conduite sur un échantillon restreint ($n = 28$). Dans une thèse, une version française du questionnaire de Conley *et al.* (2004) a été publiée (Laliberté, 2013 ; $n = 142$), après avoir utilisé la procédure de Vallerand (1989). Enfin, Therriault *et al.* (2010), et Therriault et Harvey (2011) ont utilisé une version française du questionnaire de Hofer (2000) sur un échantillon limité ($n = 47$ et $n = 50$, respectivement), sans avoir suivi de procédure de traduction ni de validation standard.

Objectif, problématique et hypothèses de la présente étude

- 7 Or, d'une part, tout outil psychométrique doit faire l'objet d'une première procédure spécifique pour être adapté dans un autre contexte culturel (Vallerand, 1989), et d'une seconde pour y être validé (DeVellis, 2011). Et, d'autre part, il y a des divergences épistémologiques marquées entre les traditions francophones et anglo-saxonnes (Vadee, 1981 ; Dutant et Engel, 2005), qui incluent différents usages du terme « épistémologie » (*ibid.*), ou encore, par exemple, l'existence d'un seul mot en anglais (*knowledge*) pour désigner le savoir ou les connaissances. Il y a donc besoin, pour la communauté francophone, d'un outil spécifiquement créé pour ce contexte. Nous entreprîmes d'en élaborer un, en interaction étroite avec les étudiants, de sorte qu'il soit adapté à l'évaluation de l'impact de formations épistémologiques ou didactiques, et à un contexte universitaire français. Le « comment » créer un tel outil constitue donc notre problématique de départ. Notre modélisation se base sur l'hypothèse de la mesure possible d'un continuum. Ainsi, par défaut, avant une action de formation ou une réflexion délibérée sur les objets épistémiques, les conceptions initiales seraient naïves. Conformément aux données publiées dans la littérature (revu dans Crahayet *al.*, 2010), nous supposons que les conceptions épistémiques se sophistiquent² avec le niveau d'étude (hypothèse testée H1). Un cas particulier concernerait un cursus entièrement dédié à l'épistémologie et la didactique des sciences : des étudiants suivant un tel cursus devraient avoir des conceptions plus sophistiquées que tout autre groupe

d'étudiants (H2). Aussi, les conceptions initiales peuvent faire obstacle à l'apprentissage du concept visé ; il importe donc de les prendre explicitement en compte en provoquant des conflits cognitifs (Hagège *et al.*, 2007). Nous supposons ainsi qu'un enseignement en épistémologie ou didactique des sciences, mis en œuvre de manière constructiviste, devrait être plus efficace en termes de changement de conceptions qu'un enseignement magistral (H3).

- 8 Nous présentons ici les étapes de mise au point de cet outil : le Questionnaire pour mesurer les Conceptions Epistémiques (QCES).

Méthodologie

Création et essai des items initiaux du QCES

- 9 L'élaboration du questionnaire a duré plusieurs années, des versions préliminaires ayant déjà été utilisées (Hagège *et al.*, 2007). Les items ont été formulés au fur et à mesure d'interactions avec des étudiants en faculté des sciences (niveau licence), pour tenter de refléter leurs conceptions épistémiques initiales (pour les items naïfs), qui émergeaient lors de débats par exemple. Le cadre théorique n'a pas non plus été contraint au départ : c'est de l'étude ici rapportée que nous en dégageons un (voir 4.1). Les items sophistiqués ont été conçus comme des formulations contradictoires aux items naïfs ; ils reflètent des conceptions-objectifs visés par la formation. Tous les items ont été soumis à la critique des étudiants, afin d'éviter ambiguïtés ou incompréhension. Parfois, ils ont été inspirés d'instruments existants (items précisés dans les Tableaux 1, 2 et 3). Cette procédure nous a permis de prendre en compte les spécificités épistémologiques et langagières du contexte.
- A son issue, le questionnaire était divisé en trois sections, renvoyant explicitement à la science (52 items), à son enseignement (25 items) et son apprentissage (31 items). Ainsi, nous avons obtenu la version préliminaire du QCES sous forme d'échelles de Likert en cinq points allant de « pas du tout d'accord » (codé 0) à « tout à fait d'accord » (codé 5).

Participants et administration du QCES

- 10 Dans cette étude, 283 sujets ont répondu volontairement au QCES sur papier pour tester les propriétés psychométriques des échelles (âges compris entre 18 et 64 ans, 25,96 ans +/- 8,57 en moyenne ; dont 61,21 % de femmes). L'administration du questionnaire, suivant une procédure standardisée, assurait un recueil anonyme des données et durait environ 40min. Nous avons recruté les sujets à la faculté des sciences de l'Université de Montpellier, et de différents profils, pour augmenter la variance de l'échantillon.
- Ceux que nous appelons ici les *L3bio* ($n = 107$) étudiaient en licence Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) en 3^{ème} année de licence pour devenir professeur-e-s de SVT, et suivaient un module de 50h « Initiation au Métier d'Enseignant » (IME), durant lequel ils ont été initiés à l'épistémologie, l'histoire et la didactique des sciences par des méthodes constructivistes. Accompagnés par une seule enseignante, la progression des enseignements visait à ce qu'ils dépassent leurs conceptions épistémiques initiales. Par exemple, ils ont joué à un jeu de simulation de découverte scientifique (E+N), débattu sur les attributs du savoir scientifique, mené des réflexions sur la scientificité de textes, etc. Ceux que nous appelons ici les *Doc&i* ($n = 85$), doctorants en sciences dures ou

étudiants en ingénierie polytechnique, suivaient un module de 24h « Sciences et Techniques : Histoire, Philosophie et Société » (STHPS) sous forme uniquement magistrale. Chaque cours, dispensé par un enseignant différent, pouvait concerner tout aussi bien l'histoire de la chimie que l'épistémologie de la biologie. Ceux que nous appelons ici les *M2spé* ($n = 30$) étudiaient en master 2 « Histoire, Philosophie et Didactique des Sciences » (HPDS), après avoir suivi un cursus en sciences dures. Ils ont rempli le QCES environ après environ 100h de cours, tantôt magistraux, tantôt constructivistes. Nous les considérons comme des étudiants *spécialistes* (*M2spé*). Les autres sujets de l'étude ($n = 61$) correspondent à trois différents profils (tel que $n < 30$ pour chaque profil).

Dans un des groupes L3bio ($n = 43$), et pour les Doc&i ($n = 85$), il n'y avait pas les échelles sur l'apprentissage et l'enseignement (d'où $n = 155$ pour ces deux échelles).

Pour mesurer des changements de conceptions épistémiques (3.3), nous avons pris en compte les étudiants Doc&i et L3bio ayant rempli le QCES avant (pré-test) et après (post-test) chaque module, respectivement STHPS et IME.

Méthodes statistiques

- 11 Les données recueillies ont été reportées dans Excel^R, puis analysées avec SPSS^R 9.0. Les items sophistiqués ont été recodés. Conformément à l'usage, nous avons utilisé des tests paramétriques, après avoir vérifié la normalité de l'échantillon, et uniquement sur les groupes d'au moins 30 sujets.

Résultats

- 12 L'ensemble des données présentées ici vise à répondre à la question : quelles sont les propriétés structurales et psychométriques du QCES ? L'objectif consiste à vérifier l'efficacité de notre outil.

Structure dimensionnelle et consistance interne du questionnaire

- 13 Une échelle de Likert est composée de plusieurs items, censés être fortement intercorrélés, et mesurer le même construit (dimension théorique conceptuelle que mesure indirectement l'échelle). Ce que nous présentons dans cette partie vise à « disséquer » la structure de chaque échelle : l'extraction de facteurs consiste à évaluer si une échelle (dimension principale) peut être décomposée en sous-échelles (facteurs mesurant des dimensions). Les trois échelles concernant la science, l'enseignement et l'apprentissage ont été pour cela respectivement soumises à une analyse des facteurs communs (AFC)³. Nous avons utilisé deux critères (celui de Kaiser et du diagramme d'éboullis) pour estimer le nombre de facteurs à extraire : quatre pour l'échelle sur la science, et deux pour chacune des deux autres. Ensuite nous avons répété cette analyse après avoir enlevé, respectivement pour chaque échelle, 21, 5 et 12 items, dont les coordonnées étaient inférieures à 0,30 sur chaque axe retenu. Les items restants ont été soumis à une AFC avec rotation directe Oblimin (Tableaux 1, 2 et 3).

Tableau 1. Consistance interne des sous-échelles « Science » et contributions factorielles de leurs items (n = 283).

	Item	Science1	Science2	Science3	Science4	
	Science1					
S1.1	Toute observation scientifique est neutre.	0,70				
S1.2	Les chercheurs n'utilisent pas leurs croyances pour faire de la science.	0,53		0,31		
S1.3	La subjectivité est intrinsèque à l'activité scientifique	0,53				
S1.4	Dans la phase d'observation, un scientifique n'interprète en rien ce qu'il voit. _R	0,52				
S1.5	Tous les chercheurs d'un domaine sont égaux face à une expérience	0,51				
S1.6	Observer, c'est recevoir passivement de " l'information " de ce que l'on regarde.	0,47				
S1.7	Toute observation scientifique est objective.	0,47				
S1.8	Lorsqu'un chercheur travaille, il procède selon des étapes bien déterminées-la démarche scientifique.	0,46		-0,33		
S1.9	Le savoir scientifique dépend en partie des préjugés et des opinions des scientifiques._R	0,44				
	Science2					
S2.1	Certaines théories (ou lois) scientifiques seront toujours valables, jusqu'à " la fin des temps ".		-0,59			
S2.2	La notion d'atome est une découverte. ^a		-0,57			
S2.3	Les atomes existent vraiment dans la nature.		-0,57			
S2.4	Il y a des connaissances scientifiques qui sont considérées comme acquises et sur lesquelles on ne reviendra jamais.		-0,57			
S2.5	La notion d'atome est une invention. ^a _R		-0,55			
S2.6	Certaines théories (ou lois) scientifiques sont valables partout, dans l'ensemble de l'univers.		-0,51			

S2.7	On peut dire de certaines connaissances scientifiques qu'elles sont vraies et qu'elles le seront toujours.		-0,51			
S2.8	Les théories scientifiques sont des inventions. _R		-0,51			
S2.9	Toute connaissance est subjective. _R		-0,44			
S2.10	Quelque chose est dit " scientifique " uniquement parce que les scientifiques en ont décidé ainsi. _R		-0,36			
	Science3					
S3.1	En fait quand on dit qu'une loi est " vraie ", ça veut seulement dire qu'on n'a pas (encore) trouvé de cas où elle ne marchait pas. _R			0,69		
S3.2	C'est à partir des confrontations au sein de la communauté scientifique que naît le savoir scientifique. _R			0,69		
S3.3	Toute théorie scientifique est susceptible d'être remise en cause dans le futur. _R			0,57		
S3.4	Même les conseils prodigés par des experts devraient souvent être soumis au questionnement. ^c _R			0,46	0,40	
S3.5	Je me demande souvent à quel point les experts savent vraiment. ^b _R			0,36	0,37	
S3.6	Le savoir scientifique est certain et ne change pas. ^b			0,30	0,52	
	Science4					
S4.1	Les scientifiques parviendront ultimement à trouver la vérité s'ils continuent de la chercher. ^c				0,67	
S4.2	Si les scientifiques fournissent suffisamment d'efforts, ils pourront trouver la vérité sur tout. ^b				0,66	
S4.3	Le progrès scientifique résulte simplement de l'accumulation des résultats antérieurs.				0,51	
S4.4	Le progrès de la science consiste en une accumulation graduelle de connaissances.	0,34			0,48	

S4.5	La science produit des connaissances qui s'accumulent toujours progressivement.	0,34			0,43	
S4.6	Avant, il y avait des théories qui étaient fausses mais maintenant, on tend de plus en plus vers la vérité.				0,37	
	Alpha de Chronbach de chaque facteur :	0,70	0,73	0,65	0,72	
	Alpha de Cronbach's total de l'échelle « Science » : 0,81					

- 14 Quelques items ^(a) ont été inspirés d'un questionnaire ouvert publié ailleurs (Abd-El-Khalick et Lederman, 2000). De plus, nous avons utilisé des traductions approximatives d'items trouvés dans d'autres échelles ^(b) Chan et Elliott, 2002 ; et ^(c) Schommer, 1990). *R* indique un item sophistiqué ; son score a été inversement codé avant analyse. Les autres items représentent des conceptions naïves. Seules les coordonnées supérieures à 0,30 sont indiquées dans le tableau.
- 15 Pour l'échelle évaluant les conceptions sur la science, les quatre facteurs extraits, expliquant 36,92 % de la variance totale, ont été appelés Science1, Science2, Science3 et Science4. Les alphas de Chronbach indiquent une consistance interne (inter-corrélation entre items comprise entre 0 et 1) correcte pour chaque sous-échelle, et très robuste pour l'échelle totale (Tableau 1). Les corrélations bivariées entre facteurs, statistiquement significatives au seuil de 1 ou 5 %, sont comprises entre 0,12 et 0,42 (Tableau 4).

Tableau 2. Consistance interne des sous-échelles « Enseignement » et contributions factorielles de leurs items (n = 155).

	Item	Enseign1	Enseign2
	Enseign1		
E1.1	L'enseignant en sciences détient le savoir. Il n'a qu'à le transmettre avec pédagogie	0,74	
E1.2	Un enseignant, lorsqu'il donne un cours de science, doit expliquer, puis donner des exercices d'application, puis poser des questions.	0,73	
E1.3	Enseigner en biologie, c'est énoncer et expliquer un ensemble de faits	0,67	
E1.4	La tâche principale d'un professeur est de donner aux élèves des connaissances/ informations, leur assigner des exercices, et de contrôler ce dont ils se rappellent.	0,65	
E1.5	Pendant une leçon, il est important de garder les élèves concentrés sur leurs livres et leur cahier. ^b	0,58	
E1.6	l'enseignant veut exposer, il s'agit d'un simple malentendu que l'enseignant doit dissiper	0,47	

E1.7	Un enseignant en sciences devrait avoir comme but premier de transmettre des savoirs scientifiques.	0,46	
E1.8	La méthode traditionnelle du cours magistral est meilleure pour apprendre car elle permet d'aborder plus d'information/connaissances.	0,39	0,37
E1.9	Pour apprendre dans la classe, il suffit de rester sage et de suivre les instructions de l'enseignant.	0,38	
E1.10	Un enseignement est bon lorsque c'est majoritairement l'enseignant qui parle dans la classe.	0,38	0,37
E1.11	Un bon enseignant prend le savoir tel quel et le transmet sans le remettre en question.	0,32	
	<i>Enseign2</i>		
E2.1	Un bon enseignant favorise les confrontations d'idées entre élèves plutôt que les cours magistraux. _R		0,62
E2.2	Un bon enseignant commence toujours une nouvelle leçon d'un thème jamais abordé dans le cursus scolaire en faisant un sondage de ce que les élèves ont à dire sur le thème de la leçon. _R		0,61
E2.3	Un enseignant doit s'efforcer de mettre en relation le nouveau savoir qu'il expose avec les connaissances que l'élève a déjà. _R		0,61
E2.4	Un enseignant en science ne peut pas atteindre ses objectifs sans une participation active des élèves. _R		0,60
E2.5	L'enseignant doit prendre en compte ce que les élèves ont imaginé sur une notion, avant même de l'avoir vue en cours. _R		0,59
E2.6	Une pédagogie efficace encourage plus de discussion et des activités pratiques pour les élèves. _R		0,58
E2.7	Les bons enseignants encouragent toujours les élèves à réfléchir aux réponses par eux-mêmes. ^b _R		0,54
E2.8	Le but de l'enseignement est d'aider les élèves à construire leurs connaissances à partir de leurs expériences d'apprentissage, plutôt que de communiquer des savoirs. _R		0,46
E2.9	Apprendre dans la classe implique que les élèves aient de larges opportunités pour explorer, discuter et exprimer leurs idées. _R		0,38
	Alpha de Chronbach de chaque facteur :	0,81	0,79
	Alpha de Cronbach's total de l'échelle « Enseignement » : 0,83		

16 Voir la légende du tableau 1.

Tableau 3. Consistance interne des sous-échelles « Apprentissage » et contributions factorielles de leurs items (n = 155).

	Item	Apprenti1	Apprenti2
	<i>Apprenti1</i>		
A1.1	L'apprentissage correspond à une simple accumulation de nouvelle information dans la mémoire	0,62	
A1.2	Apprendre, c'est absorber de l'information.	0,57	
A1.3	L'élève est comme un réceptacle vide que l'enseignant n'a qu'à remplir en lui apportant des informations.	0,56	
A1.4	Quand il n'a jamais vu une notion scientifique en cours, l'élève est vierge d'idées par rapport à cette notion.	0,56	
A1.5	Pour apprendre une notion scientifique quand on a les bases suffisantes, il suffit de se concentrer et de retenir l'information.	0,51	
A1.6	Apprendre signifie se souvenir de ce que l'enseignant a dit. ^b	0,48	
A1.7	Quand on apprend, on accumule des informations.	0,42	
A1.8	Il n'y a pas grand chose que l'on puisse faire pour devenir plus intelligent car les capacités de chacun sont fixées à la naissance	0,41	
A1.9	Chacun est limité par ses capacités innées.	0,38	
A1.10	Apprendre, c'est acquérir de l'information.	0,36	-0,35
A1.11	Les émotions n'interviennent pas dans l'apprentissage des sciences. ^b	0,30	
	<i>Apprenti2</i>		
A2.1	Quand on apprend, on réorganise sa pensée. _R		0,80
A2.2	Apprendre, c'est réorganiser ses connaissances. _R		0,78
A2.3	Apprendre, c'est structurer de nouvelles connaissances. _R		0,66
A2.4	L'apprentissage implique une restructuration de ce qu'il y a dans la tête de l'élève. _R		0,60
A2.5	Apprendre, c'est changer sa pensée. _R		0,54
A2.6	L'élève a une représentation du monde qu'il s'est forgée tout seul par son expérience. _R		0,38
A2.7	Quand il n'a jamais vu une notion scientifique en cours, l'élève a quand même une idée personnelle de la notion. _R	0,32	0,37

A2.8	L'élève construit son propre savoir. _R		0,36
	Alpha de Chronbach de chaque facteur :	0,75	0,77
	Alpha de Cronbach's total de l'échelle « Apprentissage » : 0,76		

- 17 Voir la légende du tableau 1.
- 18 Quant aux deux facteurs des échelles concernant l'enseignement (Tableau 2) et l'apprentissage (Tableau 3), ils expliquent respectivement 39,69 % et 36,77 % de la variance totale, avec des consistances internes très satisfaisantes. Ils sont corrélés positivement d'un coefficient respectif de 0,25 et 0,17 (Tableau 4). Il est remarquable de noter que les items naïfs et sophistiqués ont ségrégué respectivement dans le premier et le second facteur de chaque échelle (Tableaux 2 et 3) – ce qui n'est pas le cas dans les sous-échelles science1, 2 et 3.

Tableau 4. Corrélations bivariées de Pearson entre les trois échelles et leurs facteurs.

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1) Science1										
(2) Science2	0,28***									
(3) Science3	0,16**	0,12*								
(4) Science4	0,42***	0,35***	0,20**							
(5) Science.tot	0,66***	0,63***	0,62***	0,75***						
(6) Enseign1	0,42***	0,22**	0,19*	0,54***	0,53***					
(7) Enseign2	0,12	0,02	0,33***	0,00	0,16*	0,29***				
(8) Enseign.tot	0,36***	0,17*	0,31***	0,39***	0,46***	0,87***	0,73**			
(9) Apprenti1	0,39***	0,20*	0,26**	0,41***	0,48***	0,69***	0,27**	0,63***		
(10) Apprenti2	0,17*	0,00	0,33***	0,09	0,21**	0,12	0,55***	0,37***	0,09	
(11) Apprenti.tot	0,37***	0,13	0,40***	0,33***	0,46***	0,52***	0,56***	0,66***	0,70***	0,77***

- 19 * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
- 20 Les corrélations entre les trois échelles (variables 5, 8 et 11 du Tableau 4) sont assez élevées (de 0,46 à 0,66 ; $p < 0,001$), ce que nous attendions étant données les

informations recueillies dans la littérature (voir partie 1.2.3).

En bilan, les facteurs extraits semblent bien correspondre à des dimensions corrélées, et distinctes : leurs items peuvent être utilisés dans des sous-échelles séparées, dont la consistance interne est tout à fait satisfaisante.

Capacité des sous-échelles à discriminer les conceptions épistémiques de différents groupes de sujets

- 21 Ensuite, nous avons voulu savoir si les échelles et sous-échelles retenues avaient la propriété attendue de discriminer les conceptions épistémiques des trois principaux groupes composant notre échantillon. Tout d'abord, l'examen des scores (Tableau 5) montre comme attendu que les M2spe expriment les conceptions épistémiques les plus sophistiquées, tandis que les plus naïves sont détectées chez les L3bio (conception naïve sur les sciences notamment, car le score moyen est inférieur à 3, si on considère le score *Science* total).

Tableau 5. Moyennes et écart-types des variables mesurées par les échelles et sous-échelles du QCES, dans les trois groupes principaux et l'échantillon total.

groupe	n		Science					Enseign			Apprenti				
			1	2	3	4	tot	1	2	tot	1	2	tot		
L3bio	107	M (EC)	2,99 (0,53)	2,80 (0,55)	3,50 (0,95)	2,61 (0,71)	2,96 (0,36)		3,21 (0,58)	4,26 (0,49)	3,68 (0,41)		3,69 (0,45)	3,96 (0,60)	3,80 (0,33)
Doc&i	85	M (EC)	3,29 (0,54)	2,94 (0,89)	4,30 (0,56)	2,79 (0,74)	3,21 (0,47)								
M2spé	30	M (EC)	3,87(0,47)	3,16 (0,64)	4,38 (0,51)	3,48 (0,57)	3,64 (0,36)		4,13 (0,56)	4,61 (0,28)	4,34 (0,37)		4,26 (0,39)	4,52 (0,34)	4,37 (0,29)
Total	283	M (EC)	3,26 (0,60)	2,83 (0,64)	3,99 (0,82)	2,88 (0,75)	3,17 (0,45)		3,62 (0,67)	4,35 (0,48)	3,95 (0,48)		3,89 (0,50)	4,15 (0,56)	4,00 (0,39)

- 22 M : moyenne ; EC : écart-type ; un score faible indique une conception naïve. NB : les scores peuvent être compris entre 1 et 5.
- 23 Afin de savoir si les différences entre ces groupes sont statistiquement significatives et à quel seuil, nous avons réalisé des tests de Student (Tableau 6). Ces différences sont toutes significatives au seuil de 0,1 % pour les scores totaux. Science2 discrimine moins les groupes que Science3 ou 4, moins efficaces en ce sens que Science1. Ces résultats sont congruents avec nos hypothèses H1 et H2 de départ (voir 1.3).

Tableau 6. Valeurs de la variable t du test de Student pour les comparaisons deux à deux (g1-g2) des scores des échelles et sous-échelles entre les trois groupes (n ≥ 30) de l'échantillon.

t-test (g1-g2)	Science	Enseign	Apprenti

g1	g2	1	2	3	4	tot	1	2	tot	1	2	tot
L3bio	Doc&i	-3,83 ***	-1,34	-6,83 ***	-1,77	-4,19 ***						
L3bio	M2spé	-8,08 ***	-3,08 **	-4,88 ***	-6,19 ***	-9,26 ***	-7,24 ***	-3,61 **	-7,51 ***	-5,92 ***	-4,68 ***	-7,95 ***
Doc&i	M2spé	-5,11 ***	-1,26	-0,73	-4,62 ***	-4,55 ***						

24 * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Capacités des sous-échelles à détecter l'évolution de conceptions épistémiques d'étudiants

25 Conformément à notre objectif initial, nous avons voulu savoir si nos échelles pouvaient détecter une évolution des conceptions épistémiques après des formations dédiées à l'épistémologie et/ou la didactique des sciences. Nous avons ainsi réalisé des tests de Student avec échantillons appariés : d'une part les L3bio (avant et après le module IME ; 2.2 ; Tableau 7), et d'autre part les Doc&i (avant et après le module STHPS ; 2.2. ; Tableau 8).

Tableau 7. Evolution des conceptions épistémiques des étudiants L3bio après le module IME (n = 63).

		Science					Enseign			Apprenti		
		1	2	3	4	tot	1	2	tot	1	2	tot
Pre-test	M (EC)	2,98 (0,57)	2,78 (0,62)	4,18 (0,56)	2,68 (0,69)	3,07 (0,37)	3,19 (0,58)	4,25 (0,51)	3,67 (0,42)	3,70 (0,47)	3,94 (0,57)	3,80 (0,32)
Post-test	M (EC)	3,32 (0,58)	3,13 (0,83)	4,06 (0,55)	3,08 (0,69)	3,34 (0,48)	3,82 (0,54)	4,46 (0,44)	4,11 (0,43)	3,93 (0,47)	4,05 (0,49)	3,98 (0,37)
t		-4,54***	-3,05**	1,62	-4,76***	-4,63***	-9,03***	-2,88**	-7,71***	-4,41***	-1,63	-4,59***

26 M : moyenne ; EC : écart-type ; t : variable du test de Student ; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tableau 8. Evolution des conceptions épistémiques des étudiants Doc&i après le module STHPS (n = 59).

		Science				
		1	2	3	4	tot

Pre-test	M (EC)	3,33 (0,55)	3,01 (0,65)	4,30 (0,52)	2,70 (0,79)	3,25 (0,46)
Post-test	M (EC)	3,33 (0,61)	3,11 (0,55)	4,24 (0,51)	2,78 (0,73)	3,29 (0,47)
t		0,02	-1,64	1,14	-0,91	-1,01

27 M : moyenne ; EC : écart-type.

28 Les résultats chez les L3bio montrent clairement une capacité des échelles et sous-échelles à mesurer une évolution de conceptions épistémiques, sauf pour les sous-échelles Science3 et Apprenti2 (Tableau 7). Pas d'évolution statistiquement significative au seuil de 5 % n'est détectée chez les Doc&i après le module STHPS (Tableau 8). Ces résultats sont conformes à H3.

Discussion

Dimensions des échelles

29 Tout d'abord, en analysant les sous-échelles issues de l'analyse factorielle, nous pouvons tenter d'identifier le dénominateur commun théorique (Tableau 9).

Tableau 9. Théories putatives des conceptions épistémiques, inférées de la composition des sous-échelles.

Dimension	Pôle naïf	Pôle sophistiqué
<i>Échelle Science :</i>		
<u>Science1</u> <i>Le travail de recherche</i>	Les scientifiques sont objectifs (au sens commun), rationnels, et neutres ; ils laissent leur subjectivité, imagination et opinions hors du laboratoire.	La subjectivité des chercheurs (leurs croyances, valeurs, etc.) influence d'une manière ou d'une autre la construction des savoirs scientifiques.
<u>Science2</u> <i>Relation entre le savoir scientifique et le réel.</i>	Les théories scientifiques et le réel sont isomorphiques, de sorte que qu'elles correspondent à des découvertes absolues et permanentes.	Parce que les théories scientifiques sont créées par des humains, les théories scientifiques sont des inventions sous-déterminées par le réel.
<u>Science3</u> <i>Processus et rôle de la validation en science.</i>	Les critères de validité, sont empiriques, atemporels et absolus, de même, dès lors, que les théories scientifiques. Ces critères peuvent donc être appliqués par un individu unique.	Le savoir scientifique est temporaire car il repose sur des processus de validation issus d'une négociation sociale. En effet, les critères de validité peuvent évoluer avec le contexte.

<p><u>Science4</u> Nature et structure du savoir scientifique</p>	<p>Les savoirs scientifiques correspondent à des vérités (influencées ni par les chercheurs, ni par le contexte socio-culturel), qui s'accumulent progressivement, comme des unités d'informations qui s'ajoutent.</p>	<p>Les savoirs scientifiques sont des créations humaines ; ils peuvent subir des réarrangements et leur signification dépend du contexte.</p>
<p><i>Échelle Enseignement</i></p>		
<p><u>Enseign1</u> Vision traditionnelle de l'enseignement <u>Enseign2</u> Vision constructiviste de l'enseignement</p>	<p>L'enseignement consiste en un transfert de savoirs : le professeur possède le savoir et organise le cours d'une manière centrée sur l'enseignant et orientée sur le contenu. Il a tendance à donner des cours magistraux, des exercices, et contrôler ce que les étudiants ont mémorisé.</p>	<p>L'enseignement est conçu pour aider les élèves à construire leurs propres connaissances. Le professeur a un rôle facilitateur en créant des situations centrées sur l'élève, qui aident ce dernier à donner du sens aux savoirs.</p>
<p><i>Échelle Apprentissage</i></p>		
<p><u>Apprenti1</u> Vision naïve de l'apprentissage <u>Apprenti2</u> Vision sophistiquée de l'apprentissage</p>	<p>L'apprentissage correspond au remplissage d'une boîte vide : le savoir peut être transféré d'un expert qui le maîtrise à un novice, sans être modifié. Il correspond à une accumulation d'unités d'information dans la tête de l'apprenant. La capacité de la « boîte à remplir » est fixée à la naissance. Pour absorber les informations, les apprenants doivent rester calmes, suivre les instructions et mémoriser ce que le professeur dit.</p>	<p>L'intelligence correspond à une compétence qui peut être améliorée en s'en servant. On apprend en étant actif et persévérant : par le raisonnement, l'action et une flexibilité cognitive qui permet de changer de conceptions.</p>

30 Nous formulons ici ce qui nous semble correspondre à la majorité des items de chaque facteur. Notez que pour les échelles Apprenti et Enseign, les items naïfs et sophistiqués, ségrégent chacun dans un facteur (Tableaux 3 et 4).

31 Dans les quatre dimensions de l'échelle Science, nous trouvons les caractéristiques théoriques suivantes qui semblent partiellement recouvrir les dimensions du questionnaire de Tsai (2007) : caractère changeant du savoir scientifique (Science4), rôle de la négociation sociale (Science3), investigation chargée de théorie (Science1), nature inventée et créée de la science (Science1&2) et l'aspect temporaire du savoir scientifique (Science2&3)⁴. Science1&3 expriment des idées peut-être plus typique de l'épistémologie institutionnelle française : l'opposition entre le sujet et l'objet, et la méthode rationaliste (Le Moigne, 1995). Particulièrement Science1 renvoie à l'idée que la validité des savoirs scientifiques reposerait sur la neutralité des observations scientifiques (Fourez, 2002).

En ce qui concerne les échelles Enseign et Apprenti, leur formulation semble davantage s'apparenter à des échelles publiées en anglais (e.g. Chan et Elliott, 2004 ; Pomeroy, 1993). Notamment, le questionnaire vraisemblablement le plus robuste pour évaluer les conceptions sur l'enseignement et l'apprentissage (le TLCQ ; Chan et Elliott, 2004) est composé de deux dimensions où les items enseignements et apprentissage sont

mélangés, tels que les items traditionnalistes et constructivistes ségrégent chacun dans une dimension, ce que nous obtenons également ici (Tableaux 2 et 3). Cette même caractéristique de ségrégation des items a été obtenue dans d'autres cultures aussi, par exemple en Turquie (Aypay, 2010). D'une manière générale, les corrélations entre les facteurs Enseign et Apprenti d'un côté, et Science d'un autre côté sont comprises entre 0 et 0,54 (Tableau 4) : elles sont positives, comme il a été montré dans d'autres contextes (Pomeroy, 1993 ; Tsai, 2007). Parmi tous les facteurs, Science1 et Apprenti1 sont les seuls à corrélérer positivement et significativement avec tous les autres facteurs du QCES (Tableau 4). Cela indique qu'ils pourraient être des facteurs clé dans l'évaluation des conceptions épistémiques.

Qualités psychométriques du QCES

- 32 Tout d'abord, la consistance interne des facteurs est très correcte : leurs alphas de Chronbach sont compris entre 0,70 et 0,83, à l'exception de Science3 (0,65), qui pourrait être améliorée, mais demeure acceptable (Tableaux 1 à 3).

Ensuite, nous nous attendions à ce que les échelles discriminent les conceptions des étudiants selon leur niveau et leur spécialité (L3bio <PhD&i< M2spe ; cf. hypothèses H1 et H2). C'est bien le cas des échelles, mais pas de toutes les sous-échelles (Tableau 6). Ainsi, dans l'échelle Science, Science1 est le seul facteur à différencier significativement les conceptions des trois groupes. Science3, Enseign2 et Apprenti2 sont presque entièrement composés d'items sophistiqués et leurs scores moyens (compris entre 3,99 et 4,35) sont les trois scores les plus élevés, comparés à ceux des autres sous-échelles (Tableau 5). Nous interprétons que les sujets, qui n'auraient peut-être pas formulé eux-mêmes de telles idées, approuvent plus facilement ces phrases pertinentes. Étant donné notre but initial de construire un outil pour évaluer l'impact de formations sur les conceptions épistémiques, une caractéristique utile d'un facteur serait d'avoir un score moyen initial faible, particulièrement chez les étudiants de licence ; ainsi la potentialité de mesurer une augmentation serait plus grande qu'avec un facteur dont la moyenne initiale est déjà supérieure à 4 (et donc proche du « plafond » de 5), par exemple. Malgré cela, Enseign2 et Apprenti2 permettent de discriminer les conceptions des L3bio et des M2spe, et Science3 des M2spe et Doc&i (Tableau 6). De plus, une évolution statistiquement significative de la conception des L3bio est mesurée avec Enseign2 après le module IME, mais ce n'est pas le cas avec Apprenti2 et Science3 (Tableau 7).

Certaines conceptions initiales des Doc&i (Science2&3) étaient similaires à celles des M2spe, et plus sophistiquées que celles des L3bio (Tableau 6). Ainsi nous pouvons supposer que les Doc&i sophistiquent leur conception de la science grâce à leur expérience de cette dernière, en laboratoire de recherche notamment. M2spe apparaît comme nous l'avions supposé comme un groupe d'étudiants experts, avec tous les scores plus élevés que ceux des autres groupes (même si cette différence n'est pas significative pour Science2&3 vis-à-vis de Doc&i ; Tableau 6). Ainsi nos hypothèses H2 et H3 sont confirmées dans l'ensemble ici, ce qui renforce *de facto* l'indication que le QCES remplit correctement sa fonction supposée. Des résultats similaires, de la sophistication des conceptions épistémiques avec le niveau universitaire, ont en effet été documentés dans la littérature anglo-saxonne, quant aux conceptions sur le savoir (Schommer *et al.*, 1997) ou sur l'enseignement et l'apprentissage, dans divers contextes culturels (Tsai, 2007 ; Ottinger *et al.*, 2010).

Enfin, en ce qui concerne l'évolution des conceptions épistémiques, Science1,

discriminant les 3 groupes (Tableau 6), permis aussi de mesurer une évolution significative chez les L3bio (Tableau 7). Aussi, Enseign1 et Apprenti1 semblent potentiellement plus performants que les sous-échelles sophistiquées Enseign2 et Apprenti2, car leur score initial était plus faible, et leur évolution après le module IME, plus ample.

Conclusion

33 A cause de ces différences entre les moyennes initiales des scores (variant de 2,61 à 4,61 ; Tableau 5), et du biais évoqué plus haut, nous pensons que ce type d'outils (les échelles de Likert), est pertinent pour comparer des groupes entre eux, ou un groupe entre deux situations (pas pour mesurer « dans l'absolu »). En comparaison des méthodes qualitatives, ce type d'outils est moins fin dans le recueil des conceptions. En revanche, il a des avantages pragmatiques indéniables : emploi standardisé, administration et analyse rapides, informatisables, même sur un grand nombre de sujets.

En bilan, sur la base d'interactions avec les étudiants, nous avons construit un questionnaire évaluant les conceptions sur la science (52 items), l'enseignement (25 items) et l'apprentissage (31 items), le QCES. Nous avons exploré la structure dimensionnelle des échelles, et testé la capacité du QCES à mesurer l'évolution de conceptions épistémiques dans deux populations d'étudiants, suite à une formation sur ces thèmes. Nos résultats, très encourageants, indiquent que le questionnaire peut être utilisé comme un tout, ou les différentes sous-échelles séparément. Dans ce dernier cas, Science1, Enseign1 et Apprenti1 seraient à privilégier.

Après cette mise au point, nous avons validé le QCES selon les standards de la littérature (DeVellis, 2014), ce que nous présenterons dans un prochain article.

BIBLIOGRAPHIE

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.
- Aypay, A. (2010). Teacher education student's epistemological beliefs and their conceptions about teaching and learning. *Pro-cedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2599-2604.
- BO [Bulletin Officiel du Ministère de l'Éducation Française] (1997). Mission du professeur exerçant en collège, en lycée d'enseignement général et technologique ou en lycée professionnel, No. 97-123 du 23/05/1997.
- BO (2007). Les compétences professionnelles des maîtres, No. 1 du 4 janvier 2007. Paris: Éducation Nationale.
- Brownlee, J. M. (2001). Knowing and learning in teacher education: A theoretical framework of core and peripheral beliefs in application. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education and Development*, 4, 131-155.

- Chan, K. W., & Elliott, R. G. (2004). Relational analysis of personal epistemology and conceptions about teaching and learning. *Teaching and Teacher Education*, 20, 817-831.
- Conley, A. M. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186-204.
- Crahay, M., & Fagnant, A. (2007). À propos de l'épistémologie personnelle : un état des recherches anglo-saxonnes. *Revue française de pédagogie, Recherches en éducation*, 161, 79-117.
- Crahay, M., Wanlin, P., Laduron, I., & Issaieva, E. (2010). Fonctions, origines et évolution des croyances des enseignants. *Revue française de pédagogie*, 172, 85-129.
- Dang, H. T. Q. (2013). *Development and validation of an instrument to measure epistemic beliefs and attitudes*. Thèse doctorale. Université Montpellier 2.
- DeVellis, R. F. (2011). *Scale development: Theory and applications* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dutant, J., & Engel, P. (2005). *Philosophie de la connaissance*. Paris : J. Vrin.
- Elder, A. D. (2002). Characterizing fifth grade students' epistemological beliefs in science. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ : Erlbaum, pp. 347-363.
- Fourez, G. (2002). *La construction des sciences : les logiques des inventions scientifiques*. Paris: DeBoeck Université.
- Garm, N., & Karlsen, G. E. (2004). Teacher education reform in Europe: the case of Norway; trends and tensions in a global perspective. *Teaching and Teacher Education*, 20, 731-744.
- Hagège, H., Dartnell, C., & Sallantin, J. (2007). Positivism Against Constructivism: A Network Game to Learn Epistemology. In V. Corruble, M. Takeda & E. Suzuki (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference Discovery Science*, October 1 - 4, 2007. Sendai, Japan. Springer Berlin Heidelberg, 4755, 91-103.
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 378-405.
- Huet, N., & Escribe, C. (2004). Croyances épistémiques, buts d'accomplissement de soi et engagement dans l'utilisation d'un média électronique chez des étudiants. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 30, 177-196.
- Kang, N. H. (2008). Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 24, 478-498.
- Laliberté, B. (2013). *Incidence du raisonnement analogique et des croyances épistémiques sur le changement conceptuel intentionnel en apprentissage des sciences au primaire : exploration de la flottaïson*. Thèse doctorale. Université du Québec à Montréal.
- Le Moigne, J.-L. (1995). *Les épistémologies constructivistes*. Paris : PUF.
- Otting, H., Zwaal, W., Tempelaar, D., & Dijkstra, W. (2010). The structural relationship between students' epistemological beliefs and conceptions of teaching and learning. *Studies in Higher Education*, 35, 741-760.
- Perry, W. (1999). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: a scheme* (1st ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77, 261-278.

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.

Schommer, M., Calvert, C., Gariglietti, G., & Bajaj, A. (1997). The development of epistemological beliefs among secondary students: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 89, 37-40.

Therriault, G., & Harvey, L. (2011). Postures épistémologiques que développent de futurs enseignants de sciences et de sciences humaines lors des cours de formation disciplinaire et pratique : l'apport d'une recherche mixte. *Recherches Qualitatives*, 30, 71-95.

Therriault, G., Harvey, L., & Jonnaert, P. (2010). Croyances épistémologiques de futurs enseignants du secondaire : Des différences entre les profils et une évolution en cours de formation. *Mesure et évaluation en éducation*, 33, 1-30.

Tsai, C. C. (2007). Teachers' scientific epistemological views: The coherence with instruction and students' views. *Science Education*, 91, 222-243.

Vadee, M. (1981). *L'épistémologie dans la philosophie occidentale contemporaine*. Paris : Pensée, pp. 85-97.

Vallerand, R. J. (1989). Vers une méthodologie de validation transculturelle des questionnaires psychologiques : Implications pour la recherche en langue française. *Canadian Psychology*, 30, 662-680.

NOTES

1. . Le terme « épistémique » respecte l'exclusion faite par Hofer des conceptions sur l'apprentissage en dehors des croyances épistémologiques (Dang, 2013). Le terme « conceptions » renvoie à la tradition des recherches en didactique des sciences.
2. . Les termes « naïf » et « sophistiqué » initialement proposés par Schommer (1990), qui envisage aussi un continuum le long des cinq dimensions de son questionnaire.
3. . Les mesures Kaiser-Meyer-Olkin, de l'adéquation de l'échantillonnage (KMO) et le test de sphéricité de Bartlett opérés sur la matrice de corrélations des items initiaux de chaque échelle, ont en effet montré que nos données avaient les propriétés requises pour subir une AFC (non montré).
4. . Au contraire, la dimension « impact culturel » du questionnaire de Tsai (2007) n'a pas trouvé de place dans notre questionnaire : nous avons formulé quelques items sur ce thème mais ils ont été systématiquement exclus des analyses factorielles, par manque de corrélation avec les autres items. Nous émettons l'hypothèse qu'à cause de la distinction entre savoirs et connaissances en français, de tels items trouveraient mieux leur place dans un questionnaire général sur la connaissance, de l'acabit du questionnaire de Hofer (2000).

RÉSUMÉS

Éduquer les futurs citoyens à la science requiert de former les enseignants à la didactique et à l'épistémologie des sciences, de manière à faire évoluer leurs conceptions sur la science, l'enseignement et l'apprentissage des sciences (conceptions épistémiques en lien avec les

sciences). Ces conceptions sont objet du champ de recherche de l'épistémologie personnelle, d'origine nord-américaine, où les publications sont majoritairement en langue anglaise. En France, le besoin d'outils d'évaluation des conceptions épistémiques en lien avec les sciences est croissant, et pourtant il n'existe pas d'instrument psychométrique proprement validé en français. Ici nous rapportons la mise au point d'un tel outil, le Questionnaire mesurant les Conceptions Épistémiques en lien avec les Sciences (QCES). Une analyse factorielle nous a permis d'identifier des sous-échelles de Likert, de consistance interne satisfaisante. Nous évaluons leur capacité à discriminer les conceptions épistémiques de différentes populations d'étudiants, et à mesurer leur évolution après une formation à l'épistémologie et/ou la didactique des sciences. Nos résultats, conformes à nos hypothèses de départ, montrent une efficacité psychométrique du QCES.

Science education for a better citizenship requires training teachers to science epistemology and didactics of science education, in order to favor the evolution of their conceptions about science, science teaching and science learning (epistemic conceptions). These conceptions are studied in the mainly North American research field about personal epistemology. In France, tools are needed to evaluate the impact of teachers' trainings in science epistemology and didactics of science education. However, there does not exist so far any French psychometric instrument that evaluate epistemic conceptions in science and that is properly validated. Here, we present the outcome of several years of endeavor to develop and set up the Questionnaire that measures Epistemic Conceptions in Science (QCES in French) that are adapted to the epistemological context that is encountered in French science syllabi. We explored the structure and properties the QCES. Results indicated robust internal consistencies of the subscales and their ability to discriminate between different student populations and measure changes in students' epistemic conceptions.

INDEX

Mots-clés : questionnaire mesurant les Conceptions Épistémiques en lien avec les Sciences (QCES), épistémologie personnelle, conceptions épistémiques, évaluation, didactique des sciences, épistémologie des sciences, enseignement des sciences, apprentissage des sciences

Keywords : questionnaire that measures Epistemic Conceptions in Science (QCES), personal epistemology, epistemology of science, didactics of science education, epistemic conceptions, science teaching, science learning

AUTEURS

HUONG TQ-DANG

Institut de Psychologie, Université Paris Descartes
Laboratoire Adaptations Travail-Individu, EA 4469

HÉLÈNE HAGÈGE

Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier
Laboratoire Interdisciplinaire de Recherches en Didactique, Éducation et Formation, EA 3749