L'évaluation : une question centrale à propos des *connaissances pédagogiques de contenu*

Annick Fagnant, **Isabelle Demonty**

Dans **Revue française de linguistique appliquée** **2019/1 Vol. XXIV** , pages 37 à 52
Éditions **Publications linguistiques**

ISSN 1386-1204
DOI 10.3917/rfla.241.0037

Article disponible en ligne à l'adresse
https://shs.cairn.info/revue-francaise-de-linguistique-appliquee-2019-1-page-37?lang=fr

CAIRN.INFO

Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.

Distribution électronique Cairn.info pour Publications linguistiques.
Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur cairn.info/copyright.
Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

Rev. franç. de linguistique appliquée, 2019, XXIV-1 (37-51)

L'évaluation : une question centrale à propos des *connaissances pédagogiques de contenu*

Annick Fagnant & Isabelle Demonty,
Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education, Université de Liège

Résumé : *Introduit dans les années 1980, le concept de* connaissances pédagogique de contenu *(PCK) a connu un essor important, dans le domaine des mathématiques, au cours des décennies qui ont suivi. D'emblée, la question de l'évaluation de ces PCK a retenu l'attention des chercheurs. Après une introduction rappelant l'origine du concept, deux approches d'évaluation (statique* vs *dynamique) de ces PCK sont mises en perspective. Etant donné les spécificités propres au préscolaire, la problématique de l'évaluation des PCK des enseignants exerçant à ce niveau fait l'objet du deuxième volet. Enfin, on verra que la question des PCK est intrinsèquement liée à celle du développement professionnel des enseignants. Dans ce champ, les recherches récentes ouvrent de nouvelles perspectives intéressantes, en matière d'évaluation notamment.*

Abstract: *Introduced in the 1980s, the concept of* content pedagogical knowledge *(PCK) has grown significantly in the field of mathematics in the next decades. From the outset, PCK assessment has attracted the attention of researchers. After reminding the origin of the concept, two assessment approaches (static* vs *dynamic) of PCK are put into perspective. Given the feature of preschool, PCK assessment of teachers practicing at this level is developed in the second part of the paper. Finallywe will see that the question of PCK is intrinsically linked to that of teachers' professional development. In this domain, recent research opens new and interesting perspectives, especially in the field of assessment.*

Mots-clés: Connaissances pédagogiques de contenu, évaluation, mathématiques, développement professionnel
Keywords: Pedagogical content knowledge, Assessment, Mathematics, Professional development

1. Introduction : origine des PCK et plan de l'article

La notion de "connaissances pédagogique de contenus" (*Pedagogical Content Knowledge* ou PCK en anglais) a été mise à jour par Shulman dans un texte publié en 1986 dans la revue *Educational Researcher*. Ce texte, intitulé *Those who understand : Knowledge growth in teaching* fait autorité dans le domaine et est cité dans la plupart des écrits sur le sujet (le texte est référencé plus de 20 000 fois dans G*oogle Scholar*).

Le titre de cet article fondateur traduit une volonté de reconnaître les spécificités et les compétences propres à la profession d'enseignant. Partant d'une célèbre réplique de George Bernard Shaw selon laquelle "*He who can, does. He who cannot, teaches"* (p. 4), Shulman propose une démonstration théorique conduisant à re-conceptualiser cet aphorisme, en conclusion de son texte, de la façon suivante : "*Those who can, do. Those who understand, teach*" (p. 14). Shulman débute son texte en questionnant l'origine de la vision négative, trop souvent accolée à la profession enseignante, telle que clairement traduite dans la première citation précitée. Et c'est d'emblée une problématique d'évaluation qui est au cœur du

questionnement puisqu'il décide de débuter son enquête sur les conceptions des connaissances enseignantes par une analyse des épreuves d'évaluation qui étaient soumises aux personnes voulant exercer cette profession aux USA à la fin du XIX^{e} Siècle. Il montre ainsi que, contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'idée d'évaluer conjointement des connaissances de contenu propres à la discipline (*content knowledge*) et des connaissances pédagogiques (*pedacogical knowledge*) n'est pas neuve, même si à l'époque moins de 10 % des points étaient accordés aux items portant sur les pratiques pédagogiques. Pour le dire autrement, on a cru (trop) longtemps que disposer de connaissances disciplinaires solides et de quelques "trucs et ficelles" en matière de gestion de classe suffisaient à décrire les caractéristiques attendues d'un enseignant compétent.

Shulman (1986) note ensuite un tournant, dans les années 1980, où plusieurs Etats décident de mettre davantage l'accent sur l'évaluation de la capacité à enseigner, avec une volonté d'ancrer celle-ci sur les recherches portant sur les variables qui caractérisent l'efficacité enseignante. A cette époque, les recherches processus-produits mettaient en évidence une série de "comportements" caractéristiques des enseignants efficaces (voir Bressoux (1994), Crahay (2006) pour des notes de synthèse), mais elles délaissaient les spécificités propres à la discipline scolaire enseignée. Ainsi, Shulman (1986) considère que l'absence de centration sur les contenus constitue en quelque-sorte le "paradigme manquant" des recherches portant sur la profession enseignante et, conséquemment, des évaluations portant sur les connaissances propres à cette profession. Soyons clairs ! Les connaissances propres à la discipline ne peuvent se limiter à l'évaluation de la maîtrise du contenu pour lui-même. En effet, ce qui caractérise la profession enseignante par rapport à d'autres professionnels utilisant des connaissances relevant d'une même discipline, ce sont des connaissances de contenus propres à *l'enseignement* de cette discipline, ce qu'il qualifie de "*Pedagogical Content Knowledge*" que l'on traduit littéralement par "connaissances pédagogiques de contenu".

Enseigner, ce n'est donc pas "transmettre" parce qu'on ne saurait pas "faire", mais c'est "comprendre" pour être capable de "faire apprendre". Autrement dit, plutôt que de définir l'enseignant par la négative comme dans la citation de George Bernard Shaw, c'est en précisant ce que l'enseignant doit connaître en plus du citoyen lambda (aussi expert soit-il dans son domaine de contenu) que l'on reconnaîtra à sa juste valeur cette profession.

Dans un article publié en 1987, Shulman développe son modèle et définit sept types de connaissances[1] caractérisant la connaissance enseignante. Parmi celles-ci, les connaissances pédagogiques de contenu (PCK dans la suite du texte), comme leur nom l'indique, se situent à l'intersection entre les connaissances de contenu (CK dans la suite du texte) et les connaissances pédagogiques générales[2]. Pour Schulman (1986), ces PCK sont constituées de deux dimensions principales : d'une part, les représentations et stratégies d'enseignement et, d'autre part, les (pré)conceptions des élèves. La première concerne les méthodes d'enseignement utilisées pour rendre la matière plus accessible aux élèves : l'enseignant

1.. Les 7 types de connaissances qui caractérisent la profession enseignante selon Shulman (1987) sont les suivantes : (1) content knowledge, (2) general pedagogical knowledge, (3) pedagogical content knowledge, (4) curricular knowledge, (5) knowledge of learners and their characteristics, (6) knowledge of educational contexts, (7) knowledge of educational ends, purposes and value, and their philosophical and historical grounds.

2. Les *PCK* présentent une proximité avec ce qui relève de la "didactique disciplinaire" dans le monde francophone, même si les deux champs de recherche se sont développés de façon assez indépendante et s'ancrent dans des modèles conceptuels assez distincts (Depaepe & *al.* 2013 ; Kansanen 2009). D'aucuns les traduisent par "savoirs ou connaissances didactiques" (Sensevy 2009) ou par "connaissances professionnelles didactiques" (Kermen & Izquierdo-Aymerich 2017), mais nous préférerons conserver le terme d'origine qui traduit mieux selon nous la prise en compte des versants "*teaching*" et "*learning*" tels que fréquemment associés dans les recherches anglo-saxonnes (Allal 2011).

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

cherche les représentations adéquates, il pose des questions pertinentes pour faire avancer la leçon…. La deuxième catégorie a trait aux erreurs des élèves et aux obstacles qu'ils risquent de rencontrer dans la compréhension de la leçon.

Le modèle de Shulman (1987) est un modèle généraliste qui concerne a priori toutes les disciplines. A notre connaissance, c'est toutefois dans le domaine des mathématiques et des sciences que les recherches ont pris leur envol (Depaepe & *al*. 2013 ; Grangeat 2015). Si l'arrivée de ce courant dans le monde francophone est relativement récente[3], la littérature scientifique est en revanche très développée du côté anglo-saxon, dans le domaine des mathématiques notamment, comme en témoigne notamment la note de synthèse de Depaepe & *al*. (op. cit.) ; voir aussi Lin & Rowland (2016).

Mais pourquoi s'intéresse-t-on à ces PCK et à leur évaluation ? Aujourd'hui, il nous semble assez cohérent de dire que l'attrait pour les PCK dans la littérature scientifique est en plein accord avec l'évolution des recherches investiguant les variables permettant de caractériser l'efficacité enseignante. Ainsi, quittant l'ancien paradigme processus-produit (peu centré sur la spécificité des contenus enseignés) pour se diriger vers des modèles cognitifs de l'enseignement, de nombreux travaux ont montré que les composantes spécifiques au domaine enseigné avaient un impact important sur les apprentissages des élèves (voir notamment la méta-analyse de Seidel & Shavelson (2007)). Ainsi, dans le champ qui nous occupe, de nombreuses études empiriques ont mis en évidence des liens entre la maîtrise des PCK par les enseignants et les performances des élèves. Nous y reviendrons par la suite.

Divers modèles spécifiques ont vu le jour en vue de développer la typologie originale de Shulman (1987), de la tester empiriquement et de la préciser dans le champ des mathématiques. Si plusieurs modèles traduisent une vision cognitive et statique des connaissances pour enseigner, d'autres privilégient au contraire une approche située et dynamique. Ces deux approches traduisent des problématiques spécifiques en matière d'évaluation des PCK ; leur mise en perspective fait l'objet du premier point de tension développé dans le présent article.

Quoique pleinement ancrés dans le domaine des mathématiques, ces modèles n'en demeurent pas moins assez généraux (ils évaluent les PCK en mathématiques, dans l'enseignement obligatoire) et ils ont donné naissance à leur tour à la construction d'outils d'évaluation centrés spécifiquement sur l'enseignement d'un contenu-ciblé (les rationnels, la géométrie...) et/ou d'un niveau scolaire particulier (l'enseignement primaire ou secondaire, voire plus récemment l'enseignement préscolaire). Assez logiquement, la problématique des PCK prend une coloration particulière selon les sous-domaines de contenus et/ou les niveaux scolaires impliqués (voir Depaepe & *al*. (*op. cit*.) pour une synthèse qui croise ces deux types d'informations)**.** Dans le cadre de cet article, nous avons fait le choix de nous centrer sur le deuxième angle en proposant un focus sur l'évaluation des PCK des enseignants au niveau préscolaire. En effet, alors que les modèles qui seront présentés au point 2 ont été pensés et développés pour les niveaux d'enseignement primaire et secondaire, la prise en compte des PCK au préscolaire a conduit les chercheurs à problématiser différemment les questions d'évaluation de ces PCK en vue de tenir compte des spécificités des approches d'enseignement propres à ce niveau scolaire.

Enfin, nous chercherons à montrer en quoi, à l'heure actuelle, la problématique des PCK et de leur évaluation se lie davantage à celle du développement professionnel des enseignants qu'à celle d'une mesure des connaissances nécessaires à l'entrée en fonction, comme pourrait le laissait suggérer une lecture naïve de la voie d'entrée choisie à l'époque par Shulman pour

3. Dans le monde francophone, un tournant est sans doute marqué par la publication en 2007, dans la revue *Éducation et Didactique*, de la traduction (due à Gérard Sensevy et Chantal Amade-Escot) du texte fondateur de Shulman (1986) sur la notion de *PCK*.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

explorer cette thématique[4]. Nous verrons alors comment ces questions de développement professionnel conduisent *in fine* à pointer un nouveau "paradigme manquant", pour reprendre cette expression très adéquatement utilisée par le célèbre Américain.

2. Evaluer les connaissances pour enseigner : les approches statique et dynamique sont-elles incompatibles ?

Bien que les études s'accordent sur l'idée que les connaissances pour enseigner impliquent tant des aspects liés au contenu qu'à la pédagogie, les points de vue divergent sur la manière d'appréhender ces connaissances. Actuellement, deux perspectives majeures de recherches coexistent (Depaepe & *al*. *op. cit*.) selon le caractère statique ou dynamique des modèles d'évaluation et des théories qui les sous-tendent. Ancrés dans une perspective cognitive, de nombreux chercheurs appréhendent les PCK de manière statique. Ils considèrent que les connaissances sont dans la tête des enseignants, et qu'en conséquence, elles peuvent être évaluées indépendamment de situations vécues en classe, au travers de tests par exemple. D'autres travaux s'ancrent dans une perspective située et développent une vision dynamique de ces connaissances. Les chercheurs considèrent alors que les connaissances ne peuvent s'appréhender que dans la pratique effective des enseignants, lorsqu'ils interagissent en classe avec leurs élèves. Elles ne peuvent dès lors pas être évaluée *via* des tests papier-crayons, qui seraient par essence désincarnés de la réalité des classes, mais nécessitent au contraire des observation *in situ* (Depaepe & *al*. *op. cit*.).

En vue d'appréhender les spécificités, mais aussi les complémentarités possibles entre les deux approches, nous avons fait le choix de les présenter au départ d'un modèle emblématique issu de chacune d'elles.

2.1. Une approche statique des connaissances pour enseigner, à partir de tests et analyses quantitatives

Les recherches qui véhiculent une approche statique des connaissances pour enseigner s'intéressent avant tout aux individus que sont les enseignants, en vue de voir s'ils disposent des connaissances essentielles pour favoriser les apprentissages des élèves. Sur le plan méthodologique, ce courant s'appuie principalement sur des tests et des analyses quantitatives.

Les connaissances pour enseigner sont toujours évaluées dans une situation que les enseignants sont susceptibles de rencontrer dans l'exercice de leur profession, comme l'illustre la question présentée dans la figure 1.

4. Nous parlons ici de "lecture naïve" dans la mesure où l'objectif de Shulman était de montrer les limites des tests de recrutement, en vue *justement* de pointer toute la complexité du métier et, partant, la nécessité de réfléchir aux types de formations (initiales ou continuées) nécessaires à un réel développement professionnel.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

Madame Domingues découvre un nouveau manuel scolaire et constate qu'il accorde davantage d'attention au nombre 0 que l'ancien manuel qu'elle utilisait. Elle tombe sur une page qui demande aux élèves de déterminer si des propositions à propos de 0 sont correctes ou fausses. Quelle(s) propositions(s) doit-elle considérer comme correcte(s) ?

	Oui	Non
0 est un nombre pair		
0 n'est pas vraiment un nombre. Il est utile pour écrie des grands nombres		
Le nombre 8 peut s'écrire 008		

Figure 1. *Un exemple de question visant à évaluer une connaissance de contenu mathématique des enseignants (Ball &* al. *(2008, 399), traduction libre).*

Bien qu'il s'agisse ici d'analyser la connaissance qu'ont les enseignants du nombre 0, cette connaissance de contenu (CK) n'est pas questionnée pour elle-même, mais est contextualisée dans une tâche d'enseignement. Il en va évidemment de même pour les questions qui cherchent à appréhender les connaissances pédagogiques de contenu (PCK), comme illustré à la figure 2.

Les figures ci-dessous illustrent les réponses données par trois élèves au problème « *Indiquez 1/3 des barres de chocolat suivantes* » :

Answer 1:



Answer 2:



Answer 3:



Pour chaque réponse, indiquez quel est le raisonnement probable de l'élève et évaluez l'aspect correct ou non de la réponse.

Figure 2. *Un exemple de question visant à évaluer une connaissance pédagogique de contenu mathématique des enseignants (Depaepe &* al. *(2015, 87), traduction libre).*

Un modèle phare de l'approche statique des connaissances pour enseigner est le modèle des "connaissances mathématiques pour enseigner" (*Mathematical Knowledge for Teaching-MKT)*, développé par une équipe de chercheurs issus de l'Université de Michigan. Présenté en figure 3, ce modèle affine et met en perspective trois types de connaissances initialement définies par Shulman en 1987 : les connaissances de contenu, les connaissances pédagogiques de contenu et la connaissance du curriculum.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

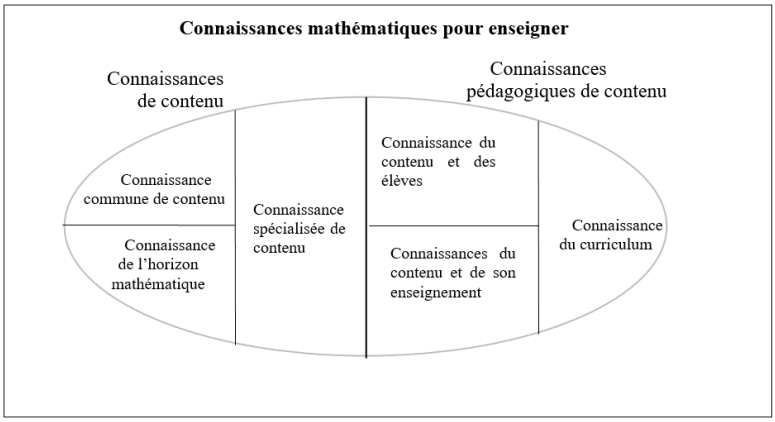


Figure 3. *Les différentes facettes des connaissances pour enseigner (Ball &* al*. (2008, 403), traduction libre).*

La partie gauche du schéma envisage les connaissances de contenu réparties en trois catégories. La *connaissance commune de contenu* désigne une connaissance mathématique générale permettant par exemple de s'assurer qu'une solution proposée par un élève ou qu'une définition particulière est correcte sur le plan mathématique (la question présentée en figure 1 fait partie de cette catégorie). La *connaissance spécialisée* de contenu est plus spécifique à l'enseignement : elle implique de pouvoir résoudre de plusieurs façons un même problème ou d'illustrer de différentes façons un concept mathématique particulier. Enfin, la *connaissance de l'horizon mathématique* se réfère à la manière dont les concepts mathématiques s'articulent les uns par rapport aux autres dans l'ensemble des contenus à enseigner. Cette dernière permet d'avoir une vision large sur le sujet à enseigner en identifiant à la fois les connaissances qui précèdent le savoir et celles qui le suivent dans le parcours scolaire. La partie droite du schéma affine la conceptualisation des connaissances pédagogiques de contenu et présente trois facettes, selon qu'elles s'attachent à décrire les démarches et les erreurs fréquentes des élèves correspondant alors aux *connaissances du contenu et des élèves* (la question présentée en figure 2 fait partie de cette catégorie), les stratégies d'enseignement particulièrement porteuses, dénommées *connaissances du contenu et de son enseignement* ou les aspects du curriculum, les *connaissances du curriculum*. A la différence de l'approche proposée par Shulman, ces dernières sont donc intégrées dans les connaissances pédagogiques de contenu et ne constituent donc pas une catégorie à part entière.

Sur la base du modèle MKT, des épreuves de type "papier-crayon" ont été élaborées en vue d'évaluer les diverses facettes des connaissances pour enseigner auprès d'enseignants de l'école primaire et du début de l'enseignement secondaire. Des données ont alors été recueillies auprès d'un large public et des analyses ont été menées en vue de mieux comprendre les caractéristiques de ces connaissances. C'est notamment dans ce modèle statique que l'on peut situer l'enquête internationale TEDS-M (IEA 2013) qui appréhende, entre autre, les CK et les PCK mathématiques de plus de 20 000 futurs enseignants issus de 17 pays différents.

Plus généralement, les recherches menées dans l'approche statique approfondissent les travaux de Shulman dans la mesure où elles offrent une assise empirique au concept de connaissances pédagogique de contenu (Depaepe & *al*. *op. cit*.). Les chercheurs ont en effet

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

pu établir des preuves d'une relation positive entre les connaissances des enseignants et les résultats de leurs élèves à des tests standardisés (Hill & *al.* 2004 ; Baumert & *al*. 2010[5]). Elles ont également approfondi les liens entre connaissances de contenu et connaissances pédagogiques de contenu en montrant que si ces deux types de connaissances sont empiriquement dissociables, elles sont aussi fortement corrélées (Kleickmann & *al*. 2013). Les connaissances de contenus et, plus encore, les connaissances pédagogiques de contenu sont des prédicteurs importants de la compétence enseignante (Baumert & *al.* 2010). Pour le dire autrement, si un enseignant doit logiquement disposer d'un niveau correct de connaissances de contenu, ce qui semble faire la différence par la suite, c'est essentiellement la maîtrise des connaissances pédagogiques de contenu. *A contrario*, un (trop) haut niveau d'expertise dans un domaine de contenu (CK) peut conduire, s'il n'est pas accompagné de PCK appropriées, à un effet délétère qualifié par d'aucuns d'*expert blind spot* (Nathan, & *al*. 2001) au sens où l'enseignant expert dans la connaissance mathématique d'un contenu a une mauvaise représentation de ce qui pose des difficultés aux élèves et ne parvient donc pas à cibler leurs réels besoins d'apprentissage.

Une limite importante du modèle MKT relève de la difficulté tant conceptuelle qu'empirique de distinguer certains types de connaissances – en particulier les connaissances spécialisées de contenu et les connaissances du contenu et des élèves – et il apparait que, si la prise en compte de ces catégories est importante pour couvrir globalement les connaissances pour enseigner, les frontières entre ces catégories restent floues et on est même en droit de se demander si ces frontières existent réellement (Lin & Rowland 2015). Une autre limite tient à l'influence du format de questions utilisé pour évaluer ces MKT, et en particulier, des limites du questionnement à choix multiple. Malgré l'intérêt de ce type de questionnement en termes de facilité de récolte et d'analyse de données, Hill & *al*. (2008) estiment qu'il est dangereux de ne privilégier que ce type de format, notamment parce que les distracteurs plausibles et attractifs sont difficiles à élaborer : soit ils sont tout à fait faux et ne sont choisis par personne, soit ils sont partiellement corrects et risquent d'altérer la fiabilité du test (voir aussi Fauskanger (2015)). Enfin, un autre problème soulevé à propos des approches statiques est intrinsèquement lié à leur ancrage dans une perspective cognitive : évaluer les connaissances pour enseigner au travers de tests écrits ne reflète que partiellement la complexité liée à la mobilisation effective de ces connaissances *in situ*, lorsque l'enseignant est en classe avec ses élèves. Les approches dynamiques apportent dès lors quelques outils méthodologiques susceptibles de documenter cette problématique.

2.2. Une vision dynamique des connaissances pour enseigner faisant la part belle aux pratiques effectives des enseignants

Envisagée dans une perspective située, l'approche dynamique des connaissances pour enseigner considère que ces dernières ne prennent vie que dans l'acte même d'enseigner et en conséquence doivent être appréhendées au travers d'observations des pratiques effectives d'enseignement. Dans ces approches, on s'intéresse donc moins à quantifier l'étendue des connaissances des enseignants qu'à analyser la manière dont elles se déploient dans des situations particulières et

5. L'une des études les plus emblématiques est sans doute celle de Baumert & *al*. (2010), appuyée sur le modèle COACTIV (Kunter & *al*. 2013) lui aussi inspiré des travaux de Shulman (1986, 1987). Cette étude a notamment démontré que plus les enseignants disposent de PCK élevées, plus ils parviennent à mettre en place un enseignement qui promeut une activation cognitive des élèves et un soutien individuel de leurs apprentissages. Autrement dit, l'effet des PCK est médiatisé par le développement d'un environnement d'enseignement/apprentissage porteur, c'est-à-dire que les connaissances des enseignants sont mises au service de leurs compétences professionnelles.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

authentiques de classe (Rowland 2013) en vue d'appréhender alors la qualité des leçons mises en place.

Un modèle phare de ces approches dynamiques est le modèle de la "Qualité Mathématique de l'Enseignement" (*Mathematical Quality of Instruction – MQI)*[6], mis en place dans le cadre du projet *Learning Mathematics for Teaching* (voir Loewenberg & *al*. (2011)). Ce projet propose de mettre en relation les connaissances des enseignants, leurs pratiques effectives en mathématiques et les comportements des élèves en classe (Charalambos & Litke 2018). Il s'appuie sur une grille d'observation organisée autour de 4 dimensions, décrites au travers de 20 indicateurs. La première dimension, nommée *Mathematical Richness*, vise à capturer la profondeur des contenus mathématiques exploités dans la leçon. La deuxième dimension, *Errors and imprecisions,* explore les éventuelles erreurs mathématiques commises par l'enseignant. La troisième dimension, *Common Core aligned Student Practices*, s'intéresse à la manière dont l'enseignant interprète les idées et les erreurs des élèves. Plus précisément, cette dimension approche la capacité de l'enseignant à capitaliser sur ces idées pour développer son enseignement. Enfin la quatrième dimension, *Working with Students and Mathematics*, met l'accent sur l'implication effective des élèves dans les situations mathématiques développées en classe. Les trois premières dimensions permettent d'appréhender comment les connaissances des enseignants prennent vie dans les activités qu'ils mettent effectivement en place. La dernière dimension s'intéresse plus spécifiquement aux élèves et à la manière dont ils s'investissent dans le contenu appris en classe.

D'un point de vue méthodologique, l'utilisation de cette grille implique des enregistrements vidéos et nécessite un haut degré d'inférence de la part des utilisateurs. La leçon est divisée en séquences de 7,5 minutes et chacune de ces séquences est évaluée par au moins deux codeurs en regard des 20 indicateurs. Ces données sont ensuite complétées par une évaluation globale de la leçon portant sur les 4 dimensions.

L'intérêt majeur de cette approche située des connaissances est qu'elle permet de comprendre comment les enseignants utilisent réellement leurs connaissances lorsqu'ils sont face à leurs élèves. Par exemple, dans la catégorie "*Common Core aligned Student Practices*" du modèle MQI, on cherche moins à voir si l'enseignant parvient à analyser des démarches ou les erreurs d'élèves (comme c'est le cas dans l'approche statique des connaissances pour enseigner), qu'à explorer comment l'enseignant parvient à capitaliser sur ces démarches et ces erreurs pour faire avancer sa leçon. Toutefois, une limite des recherches actuelles ancrées dans l'approche située est qu'elles donnent des résultats peu généralisables étant donné qu'elles s'appuient généralement sur un petit nombre de leçons analysées (Depaepe & *al*. *op. cit*.).

2.3. Approches statiques et dynamiques des connaissances pour enseigner : une complémentarité possible ?

Des complémentarités sont établies entre les deux modèles présentés ci-dessus (Hill & *al*. 2008 ; Hill, Umland & *al.* 2012). En effet, sur la base d'analyses réalisées auprès d'une trentaine d'enseignants, les chercheurs observent des corrélations comprises entre 0.30 et 0.80 entre des tests statiques des connaissances pour enseigner et les résultats d'observations en classe. Les corrélations les plus fortes se retrouvent pour les enseignants identifiés comme particulièrement performants ou particulièrement peu performants au regard de leur résultat

6. Un autre modèle phare des approches dynamiques est le *Quartet de connaissances* (Rowland 2013) qui se centre sur la variété des situations dans lesquelles les connaissances mathématiques se révèlent dans la pratique effective de classe. A travers l'observation, la codification et la classification des actions des enseignants impliquant une utilisation *in vivo* de connaissances mathématiques, ce chercheur a mis en évidence trois catégories de situations (appelées "*transformation"*, "*connections*" et "*contingence*") dans lesquelles les croyances et connaissances des enseignants, dénommées "*fondation*", se révèlent en classe.

obtenu à un test écrit (Hill & *al*. 2012). Les données issues des deux modèles semblent donc particulièrement cohérentes lorsque les enseignants sont qualifiés soit de très compétents, soit de très peu compétents, au regard des approches statiques de leurs connaissances. Les autres enseignants semblent sujets à une plus grande variation dans la mobilisation effective de leurs connaissances, proposant tantôt des environnements d'apprentissage mathématiques très stimulants à leurs élèves, tantôt des leçons très pauvres d'un point de vue mathématique.

Plus généralement, les approches statique et dynamique s'avèrent toutes deux essentielles pour évaluer finement les connaissances pour enseigner les mathématiques (Depaepe & *al*. *op. cit.* ; Lin & Rowland 2015 ; Demonty, Celi & *al*. 2019) et il semble important de continuer à croiser leurs apports en vue de mieux comprendre encore les spécificités de ces connaissances pour enseigner et les caractéristiques d'une mobilisation efficace de ces dernières dans des situations authentiques de classe.

3. La problématique spécifique de l'évaluation des PCK au niveau préscolaire

Il y a aujourd'hui un consensus dans la littérature internationale quant à l'importance des premiers apprentissages mathématiques et quant à leur impact sur les apprentissages ultérieurs (Jordan & *al*. 2009). Même si les jeunes enfants développent des compétences mathématiques informelles en dehors de l'école, souvent sans la guidance d'un adulte, c'est le rôle de l'institution scolaire de les aider à faire un pas vers l'abstraction et le symbolisme qui font partie intégrante de cette discipline (Ginsburg & Amit 2008). Le rôle des enseignants est dès lors essentiel et ces derniers doivent, tout comme leurs pairs qui exercent dans l'enseignement primaire ou secondaire, disposer de connaissances propres à l'enseignement des mathématiques, mais orientées ici sur les jeunes élèves et les spécificités propres à l'enseignement préscolaire (Gasteiger & Benz 2018).

Pourtant, les études portant sur les PCK d'enseignants du préscolaire sont à ce jour peu nombreuses : la note de synthèse de Lin et Rowland (2016) pointe spécifiquement le manque de recherche sur les compétences professionnelles des enseignants du préscolaire et celle de Depaepe & *al*. (*op. cit.*) ne mentionne que trois études centrées sur ce niveau de la scolarité[7]. Des articles plus récents (Lee 2017 ; Gasteiger & Benz 2018) proposent toutefois des modélisations originales pour évaluer les PCK des enseignants du préscolaire, ce qui implique, selon ces chercheurs, de problématiser différemment les enjeux de ce type d'évaluation.

Tout en mentionnant les travaux fondateurs de Shulman (1986) et en s'inscrivant dans la foulée des travaux de l'équipe du Michigan et du modèle MKT (Ball & *al*. 2008 ; Hill & *al*. 2008), Lee (2017) propose un modèle d'évaluation des PCK des enseignants du préscolaire, s'appuyant lui-même sur les recherches menées par Mc Cray et Chen (2012). Ces auteurs estiment que les travaux antérieurs offrent finalement peu d'informations pour les chercheurs qui veulent mieux comprendre les caractéristiques d'un enseignement efficace au préscolaire. Selon eux, le modèle MKT et la façon dont les instruments développés par l'équipe de Ball et ses collègues évalue les PCK des enseignants correspondraient en effet trop peu à ce qui fait la spécificité de l'enseignement préscolaire.

7. Les deux premières études (Ginsburg & Amit, 2008 ; Tirosh & *al*. 2011) témoignent de l'importance de développer des PCK auprès des enseignants du préscolaire, mais donnent peu d'informations quant à la façon de les évaluer. La troisième étude (Lee 2010) s'appuie sur un outil dénommé SPECKCL (*Survey of Pedagogical Content Knowledge in Early Childhood Mathematics*) permettant d'évaluer plusieurs sous-domaines mathématiques (les nombres, les figures, l'espace…). Elle donne toutefois peu d'informations quant à l'outil d'évaluation lui-même.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

En effet, dans l'enseignement préscolaire, les jeunes élèves découvrent souvent les mathématiques dans des situations informelles, notamment via des moments de jeux libres. Tout comme aux autres niveaux scolaires, les interactions avec l'enseignant sont fondamentales pour soutenir les apprentissages des élèves (Lee 2017). Toutefois, ces interactions vont prendre une coloration particulière ici, notamment parce qu'elles vont surgir dans des situations variées, qui n'ont pas toujours été pensées à l'avance comme étant spécifiquement dédiées au développement d'un contenu mathématique spécifique. Pour le dire autrement, en plus des activités dirigées que l'enseignant peut construire et exploiter en classe en vue de développer des savoirs spécifiques (Ginsburg & Amit 2008), il doit aussi être capable de se saisir des différentes opportunités d'apprentissage qui peuvent surgir dans les moments plus informels (Lee *op. cit.*). Combiner des compétences propres aux différents types de situations rencontrées semble dès lors impliquer une base de connaissance spécifiques à ce niveau scolaire (Gasteiger & Benz 2018) et, dès lors, d'autres modèles d'évaluation sembleraient s'imposer (Lee *op. cit.* ; Mc Cray & Chen 2012).

Cherchant spécifiquement à prendre en compte les compétences propres à gérer les apprentissages dans des situations informelles initiées dans le cadre de jeux libres, Lee (*op. cit.*) propose de reconceptualiser le modèle PCK autour de trois types de processus : (1) "*noticing*", c'est-à-dire être capable de percevoir les aspects mathématiques présents dans les activités dans lesquelles les enfants s'engagent ; (2) "*interpreting*", c'est-à-dire interpréter correctement la nature de l'activité mathématique réalisée par les enfants dans ces activités ; et (3) "*enhancing*", c'est-dire interagir adéquatement avec les élèves pour soutenir et développer leur pensée mathématique et leur compréhension. Lee (*op. cit.*) concrétise son modèle en s'appuyant sur un instrument adapté de l'étude réalisée par Mc Cray et Chen (*op. cit.*). Le "*Preschoool Mathemactics PCK interview"* se présente sous la forme d'une vignette décrivant une situation de jeu libre (voir figure 4) servant de base à un entretien guidé par trois types de questionnements.

Britta et Jacob jouent dans le coin "poupées" de la classe. Ils veulent mettre leurs cinq bébés au lit. Il n'y a pas de lits de poupée alors ils font des "berceaux" avec trois boîtes à chaussures.
- Jacob dit : *"Mais il n'y a pas assez de lits*."
- Britta répond : "*Ces bébés sont plus jeunes que les autres*".
Elle sélectionne alors les trois bébés sans cheveux et les place près des trois boîtes à chaussures.
Ensuite, elle prend les deux bébés avec des cheveux.
- Britta dit : "*Ces bébés n'ont plus besoin de faire la sieste*".
Elle les met de côté.
- Jacob dit : "*OK, mais ce bébé a besoin de beaucoup de place*".
Puis, il met le plus gros bébé sans cheveux dans la plus grande boîte à chaussures. Britta le regarde et met ensuite le bébé "moyen" dans la boîte à chaussures de taille moyenne puis le plus petit bébé sans cheveux dans la plus petite boîte à chaussures.
- Jacob dit : "*Maintenant, allez dormir, bébés."*

Figure 4. *Scénario décrivant une situation de jeux libres (Lee (2017), traduction libre).*

Le premier questionnement porte sur l'identification *(noticing)* des domaines mathématiques présents dans le scénario. Les enseignants peuvent, par exemple, dire qu'ils voient le domaine relatif aux nombres quand, dans le scénario, on décrit qu'il y a 5 bébés nommés, dont 3 qui vont faire la sieste… La deuxième question fait référence à l'interprétation *(interpreting)* ; elle consiste à décrire les compétences mathématiques, liées aux domaines précédemment identifiés, qui pourraient être exploitées dans la situation. En référence à l'exemple précédent, les enseignants peuvent alors évoquer la compétence de dénombrement (combien y a-t-il de bébés en tout ?), voire les opérations ou la résolution de problèmes (combien de bébés sont mis sur le côté parce qu'ils n'ont plus besoin de faire la sieste ?). Dans les deux premières

parties de l'entretien, les enseignants sont encouragés à nommer, décrire et catégoriser autant d'éléments mathématiques qu'ils sont capables d'identifier dans le scénario. La dernière question demande aux participants d'expliciter comment ils pourraient interagir avec les enfants en vue de développer leur raisonnement mathématique (*enhancing*). Ils sont invités à proposer des activités de suivi et des exemples de questionnements propres à soutenir les interactions porteuses d'apprentissages mathématiques.

Même si cet instrument avait été précédemment validé par Mc Cray & Chen (*op. cit.*)[8] et même si l'étude de Lee (2017) permet de tirer quelques constats intéressants quant aux connaissances démontrées par les 30 enseignants coréens interrogés, force est aussi d'en pointer quelques limites, liées notamment au manque de précision des grilles de codage utilisées pour analyser les réponses fournies par les enseignants et à la difficulté de repérer l'ensemble des domaines mathématiques potentiellement en jeu dans une telle situation. Une autre critique tient en quelque sorte au c))hoix même de l'approche proposée (orientée sur une situation de jeu libre) et, partant, à son manque de couverture de la diversité des compétences professionnelles propres à ce niveau scolaire. En effet, si l'enseignement préscolaire se caractérise par l'importance des moments de jeux libres, il ne s'y réduit pas pour autant et implique également des situations de jeux structurés (par exemple des jeux mathématiques spécifiquement conçus pour développer des compétences ciblées), ainsi que des activités dirigées qui sont planifiées, orientées et contrôlées par l'enseignant (Ginsburg & Amit 2008). En ce sens, réduire les PCK des enseignants de maternelle à la capacité de tirer parti des moments informels pour orienter les apprentissages mathématiques des élèves serait réducteur et potentiellement dangereux.

Tout récemment, une équipe allemande a publié un article présentant une modélisation très complète des connaissances et compétences professionnelles pour l'enseignement des premières compétences mathématiques (Gasteiger & Benz 2018). Ce modèle distingue des *connaissances implicites* (basées sur l'expérience et orientées sur l'action), des *connaissances explicites* (portant sur les concepts mathématiques centraux, sur la continuité des apprentissages, sur les matériaux propres les à soutenir,…) ainsi que des *compétences d'observation et de repérage situationnels* (permettant par exemple de percevoir les potentialités mathématiques dans des situations de jeux libres, d'interpréter les actions des enfants dans ces situations,…) et des *compétences d'action pédagogique et didactique* (nécessaires au développement et à la mise en œuvre d'activités mathématiques, mais aussi propres aux capacités à poser de bonnes questions pour soutenir les apprentissages des élèves).

L'objectif principal de la modélisation proposées par les auteurs (Gasteiger & Benz *op. cit.*) est de servir de base à la construction d'un programme de développement professionnel propre aux enseignants du préscolaire, mais leur modèle pourrait aussi servir à développer un modèle d'évaluation plus complet que celui décrit précédemment (Lee 2017 ; Mc Cray & Chen 2012). L'article de Gasteiger et Benz (*op. cit.*) n'est pas centré sur l'évaluation des PCK, mais les chercheurs ont néanmoins approché cette problématique en enregistrant et en analysant le discours des enseignants lors de certaines activités mises en œuvre dans le cadre d'une première expérimentation de leur programme de développement professionnel. Certaines de ces activités étaient ciblées sur des moments où les enseignants interagissaient en

8. Pour valider leur instrument (*preschool math PCK-interview*), Mc Cray & Chen (2012) ont d'abord procédé à une "validation de façade" en demandant à des experts du champ de donner leur avis sur la vignette et sur les réponses attendues. Ils ont ensuite réalisé une étude dans les classes en vue de procéder à une "validation de construit" en vérifiant la relation entre les résultats obtenus aux entretiens et deux variables dépendantes : la qualité des pratiques d'enseignement (mesurées *via* une analyse codifiée de segments de leçons) et les progrès cognitifs réalisés par les élèves (mesurés grâce à des épreuves mathématiques adaptées aux enfants de cet âge).

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

classe avec leurs élèves (approche dynamique des connaissances pour enseigner) et d'autres sur des moments d'échanges avec les formateurs à propos des activités didactiques ou du programme de formation lui-même. En complément, on pourrait aussi imaginer l'utilisation d'entretiens basés sur des scénarios décrivant des situations de jeux libres (Lee 2017) ainsi que des tests appuyés sur des questions mises en contexte (Ball & *al*. 2008) de façon à évaluer les connaissances spécifiques dans une approche davantage statique des connaissances.

4. Pour terminer sans conclure

Comme mentionné en introduction, Shulman (1986) a débuté ses travaux en analysant les épreuves d'évaluation utilisées pour recruter les individus désireux d'exercer la profession d'enseignants à la fin du XIX^{e} siècle. Heureusement, beaucoup d'eau à couler sous les ponts depuis cette époque… tout comme beaucoup d'encre a été utilisée dans les nombreux écrits scientifiques qui s'appuient sur les travaux princeps du célèbre auteur américain. A notre connaissance, si certains modèles statiques d'évaluation des connaissances pour enseigner les mathématiques (dont font partie les PCK) ont pu conduire à la construction d'épreuves d'évaluations standardisées (au départ du modèle MKT (Ball & *al.* 2008) ou du modèle COACTIV (Kunter & *al*. 2013) notamment), ces épreuves n'ont pas (encore) pour finalité d'être utilisées pour recruter les candidats enseignants ou pour diplômer les futurs enseignants, ni pour confirmer les jeunes enseignants dans cette fonction, voire pour leur octroyer des promotions. Mais peut-on percevoir un certain parallélisme entre de telles considérations et les enquêtes internationales centrées sur les enseignants (cf. l'enquête TEDS-M mentionné au point 2) ? L'enjeu de ce type d'enquête n'est certes pas de recruter, de confirmer ou de donner des promotions aux individus qui les subissent, mais pourrait-on imaginer que l'on se dirige (doucement) vers une politique de pilotage des systèmes scolaires par les résultats qui, en plus de prendre en compte les résultats des élèves (cf. enquêtes TIMSS ou PISA), s'intéresseraient à la mesure standardisée et internationalement comparable des compétences professionnelles des enseignants ? Nous n'en sommes pas là (et les enquêtes de l'IEA sont d'ailleurs réalisées auprès de futurs enseignants) et ce n'est d'ailleurs peut-être pas vers là que les travaux devraient se diriger… Il s'agit d'une question hautement politique qui dépasse le cadre de cet article. Quoi qu'il en soit, le domaine est en plein essor et les débats entre chercheurs sont encore suffisamment nourris… pour que l'on s'autorise à oser dire qu'il est encore trop tôt, à nos yeux, pour défendre ce type de politique éducative.

A contrario, la question du *développement* professionnel des enseignants nous semble constituer une problématique moins sensible que celle de *l'évaluation* de leurs connaissances, tout en étant aussi cruciale en matière de politique éducative. En effet, à partir du moment où les recherches empiriques ont mis en évidence le fait que les enseignants efficaces disposaient d'un haut niveau de PCK (Depaepe & *al*. *op. cit.*), la question de savoir comment en doter les futurs enseignants, mais aussi comment développer les PCK des enseignants en exercice, prend *de facto* toute son importance. Et assez logiquement, la question de l'acquisition des PCK est liée à celle, plus large, du développement professionnel des enseignants, tout comme en atteste notamment la note de synthèse de Lin et Rowland (2016) qui traite conjointement de ces deux problématiques.

Evidemment, le lien avec l'évaluation reste toujours très présent puisque dès que l'on souhaite mettre sur pied des programmes de formation qui visent le développement des PCK, se pose alors la question de vérifier l'acquisition de celles-ci et donc de les évaluer de façon plus ou moins directe. On retrouve alors le débat statique / dynamique développé au point 2, mais aussi la question de savoir si l'on va se centrer sur une mesure auprès des enseignants (leur base de connaissances évolue-elle ? (Depaepe & *al*. op. cit.) et/ou leurs pratiques d'enseignement se voient-elles améliorées ? (Koellner & *al.* 2011), ou auprès des élèves qui

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

doivent bénéficier des nouveaux acquis professionnels de leurs enseignants (Baumert & *al*. 2010 ; Tirosh & *al.* 2011).

Une autre façon d'envisager le lien entre évaluation des PCK et développement professionnel des enseignants est de considérer que les modélisations conçues par les chercheurs pour évaluer les PCK des enseignants permettent aussi de conceptualiser des dispositifs de formation qui s'appuient sur les différentes catégories de connaissances ainsi identifiées (voir par exemple le modèle de développement professionnel de Koellner et *al*. (2011) qui s'appuie explicitement sur la modélisation MKT de Ball et *al*. (2008)[9]. Comme on l'a vu au point 3, la logique inverse est aussi de mise lorsque l'on envisage que la conceptualisation développée pour mettre sur pied un programme de développement professionnel peut aussi servir de base à concevoir un modèle d'évaluation qui couvre les différents champs de la compétence professionnelle ainsi définie (voir par exemple Gasteiger & Benz (*op. cit*.)). On le voit très clairement, modéliser les différents types de connaissances constitutives de la compétences enseignante (comme avait commencé à l'esquisser Shulman en 1987) constitue un "matériau" permettant conjointement de penser la question du développement professionnel des enseignants et celle de l'évaluation des compétences de ces professionnels.

Mais quels sont les professionnels qui vont pouvoir former ces professionnels ? Quelles sont les compétences attendues d'un formateur de (futurs) enseignants de mathématiques ? Tout comme on attend de l'enseignant qu'il dispose de connaissances bien plus vastes que celles des élèves auxquels il s'adresse (et même plus vastes que celles du programme scolaire qu'il doit leur enseigner), il est assez logique de considérer que les formateurs d'enseignants doivent disposer d'un ensemble de connaissances plus vaste, mais aussi sans doute partiellement différent de celui des enseignants. Tout comme les PCK semblent constituer le cœur (ou un des cœurs) de la professionnalité enseignante, des travaux récents proposent le développement d'une conceptualisation de la base de connaissances spécifiques aux formateurs (voir par exemple le modèle MTEK pour *Mathematics Teacher Educator Knowldege* (Beswick & Goos 2018)) qui nécessitera sans doute le développement de nouveaux modèles d'évaluation permettant de cibler les enjeux de cette profession. Et tout comme les PCK d'un enseignant du préscolaire ne semblent pas totalement de même "nature" (cf. les connaissances nécessaires à l'exploitation de situations informelles notamment (Lee 2017)) que celles des enseignants œuvrant dans les niveaux scolaires plus formels, on peut imaginer que les MTEK des formateurs d'enseignants soient également partiellement dépendantes du public de (futurs) enseignants auxquels ils s'adressent… Mais jusqu'où faut-il aller dans l'hyper-spécialisation, sans perdre la cohérence d'un modèle de formation ou d'évaluation, voire même la cohérence d'un champ de recherche ? Difficile de répondre à un tel questionnement… Le champ de recherche des MTEK ne conduit-il pas *in fine* à mettre à jour un nouveau "paradigme manquant" permettant de préciser ce 'quelque chose en plus'… qui distingue les formateurs d'enseignants de mathématiques des enseignants eux-mêmes ?

Annick Fagnant & Isabelle Demonty
Université de Liège / Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education,
Unité de recherche EQUALE (évaluation et qualité de l'enseignement)
Quartier Agora, Place des Orateurs 2, Bât. B32

9. Ce programme de développement professionnel s'articule autour de tâches mathématiques riches en matière de raisonnement algébrique et explore principalement trois types de connaissances : la connaissance spécialisée de contenu, la connaissance du contenu et de son enseignement et la connaissance du contenu et des élèves. La première catégorie se développe lorsque les enseignants sont eux-mêmes amenés à réaliser la tâche et les deux autres se travaillent au travers d'extraits vidéos de leçons directement recueillies dans les classes des participants.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

4000 Liège, Belgique
<afagnant@uliege.be>
<Isabelle.Demonty@uliege.be>

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)

Références

Allal, L. (2011). Pedagogy, didactics and the co-regulation of learning: a perspective from the French-language world of educational research. *Research Papers in Education*, 26 (3*),* 329-336.

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W. & *al*. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American educational research journal*, 47 (1), 133-180.

Ball, D.L., Thames, M.H. & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching : What Makes It Special ? *Journal of Teacher Education*, 59 (5), 389-407.

Beswick, K. & Goos, M. (2018). Mathematics teacher educator knowledge: What do we know and where to from here? *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21*,* 417-427.

Bressoux, P. (1994). Les recherches sur les effets écoles et les effets maîtres. *Revue Française de Pédagogie*, 108*,* 91-137.

Charalambous, C.Y., & Litke, E. (2018). Studying instructional quality by using a content-specific lens: the case of the Mathematical Quality of Instruction framework. *ZDM*, 50 (3), 445-460.

Crahay, M. (2006). Un bilan des recherches processus-produit. L'enseignement peut-il contribuer à l'apprentissage des élèves et si oui, comment ? *Carnets des Sciences de l'Education,* Université de Genève.

Demonty, I., Celi,V., Masselot, P. & Tempier, F. (2019).Conceptualiser et évaluer les connaissances pour enseigner les mathématiques. In Coppé, S. & *al*. (eds), *Nouvelles perspectives en didactique : géométrie, évaluation des apprentissages mathématiques*, Grenoble, 411-428.

Depaepe, F., Torbeyns, J., Vermeersch, N. & *al.* (2015). Teachers' content and pedagogical content knowledge on rational numbers : A comparison of prospective elementary and lower secondary school teachers. *Teaching and Teacher Education*, 47, 82-92.

Depaepe, F., Van Roy, P., Torbeyns, J. & *al.* (2018). Stimulating pre-service teachers' content and pedagogical content knowledge on rational numbers. *Educational Studies in Mathematics*, 99-2, 197- 206.

Depaepe, F., Verschaffel, L. & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge : A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12-25.

Fauskanger, J. (2015). Challenges in measuring teachers' knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 90, 57-73.

Gasteiger, H. & Benz, C. (2018). Enhancing and analyzing kindergarten teachers' professional knowledge for early mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 51, 109-117.

Grangeat, M. (ed.) (2015). *Understanding Science Teacher's Professionnal Knowledge Growth*. Rotterdam, Sense Publishers.

Ginsburg, H.P. & Amit, M. (2008). What is teaching mathematics to young children? A theoretical perspective and case study. *Journal of applied developmental psychology*, 29, 274-285.

Hill, H.C., Ball, D.L. & Schilling, S.G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge : Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39 (4), 372-400.

Hill, H.C., Umland, K., Litke, E. & Kapitula, L.R. (2012). Teacher quality and quality teaching: Examining the relationship of a teacher assessment to practice. *American Journal of Education*, 118 (4), 489-519.

IEA (2013). *An Analysis of Teacher Education Context, Structure, and Quality-Assurance Arrangements in TEDS-M Countries.* Amsterdam, International Association for the Evaluation of Educational Achievement publication.

Jordan, C., Kaplan, D., Ramineni, C. & Locuniak, M. (2009). Early math matters: kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850-867.

Kansanen, P. (2009). The curious affair of pedagogical content knowledge. *Orbis Scholae*, 3 (2), 5-18.

Kermen, I. & Izquierdo-Aymerich, M. (2017). Connaissances professionnelles didactiques des enseignants de sciences : Un thème de recherche encore récent dans les recherches francophones. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 15, 9-32.

Koellner, K., Jacobs, J., Borko, H. & *al.* (2011). Professional development to support students' algebraic reasoning: An example from the Problem-Solving Cycle Model. In J. Cai & E. Knuth (Eds). *Early Algebraization*, Berlin, Springer, 429-452.

Kunter, M., Baumert, J., Blum, W. & *al*. (2013). *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers : Results from the COACTIV Project.* Berlin, Springer.

Lee, J. (2010). Exploring kindergarten teachers' pedagogical content knowledge of mathematics. *International Journal of Early Childhood*, 42, 27-41.

Lee, J. (2017). Preschool Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Mathematics. *International Journal of Early Childhood*, 49 (4), 229-243. ,

Loewenberg, B.D., Bass, H. & Hill, C. (2011). Measuring the Mathematical Quality of Instruction: Learning Mathematics for Teaching Project. *Journal for Mathematics Teacher Education*, 14 (1), 25-47.

Lin, F.L. & Rowland, T. (2016). Pre-service and in-service mathematics teachers' knowledge and professional development. In Á. Gutiérrez, G.C. Leder & P. Boero (Eds), *Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics,* Sense Publishers, 483-520..

McCray, J. & Chen, J., (2012). Pedagogical content knowledge for preschool mathematics: Construct validity of a new teacher interview. *Journal of Research in Childhood Education*, 26 (3), 291-307.

Nathan, M.J., Koedinger, K.R. & Alibali, M.W. (2001). Expert blind spot: When content knowledge eclipses pedagogical content knowledge. In *Proceedings of the third international conference on cognitive science*, 644-648.

Rowland, T. (2013). The Knowledge Quartet: the genesis and application of a framework for analysing mathematics teaching and deepening teachers' mathematics knowledge. *Sisyphus-Journal of Education*, 1 (3), 15-43

Seidel, T. & Shavelson, R.J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Researcher*, 77 (4), 454-499.

Sensevy, G. (2009). Didactique et sciences de l'éducation : une reconfiguration ? In A. Vergnioux (éd.), *40 ans de sciences de* l'éducation, Caen, PUC, 49-58.

Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher,* 15(2*)*, 4-14. Trad. franç. (2007), Ceux qui comprennent : Le développement de la connaissance dans l'enseignement. *Éducation et Didactique,* 1(1), 97-114. <https://journals.openedition.org/educationdidactique/121>.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching : Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review,* 57, 1-21.

Tirosh, D., Tsamir, P., Levenson, E. & Tabach, M. (2011). From preschool teachers' professional development to children's knowledge: comparing sets. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14, 113-131.

Publications linguistiques | Téléchargé le 26/02/2026 sur https://shs.cairn.info (IP: 188.119.23.47)