
CONCEPTION D'UN DOCUMENT-CADRE POUR LA FORMATION DES PROFESSEURS DES ECOLES A L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES

GUILLE-BIEL WINDER Claire, COPIRELEM, ADEF, Aix-Marseille Université
PETITFOUR Édith, COPIRELEM, LDAR, Univ Rouen Normandie
TEMPIER Frédéric, COPIRELEM, LDAR, CY Cergy-Paris Université

Résumé : En France, un changement des modalités de recrutement et de formation des professeurs des écoles repose la question vive des contenus de formation. Depuis 2013, il existe un référentiel de compétences, mais il n'évoque pas les savoirs spécifiques à l'enseignement de chaque discipline : leur identification est laissée à la charge des formateurs. Face à ce manque, la COPIRELEM a élaboré un document-cadre pour la formation des futurs professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques. Dans cet article, nous analysons les choix de conception de cette ressource.

La Commission Permanente des IRem sur l'enseignement ELEmentaire¹ (COPIRELEM), dont les auteurs de ce texte sont membres, œuvre depuis de nombreuses années à travers la production de ressources pour la formation (par exemple COPIRELEM, 2003, Guille-Biel et al., 2019, Celi et al., 2022) à la diffusion de situations de formation et à une explicitation des enjeux de formation de ces situations auprès des formateurs des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques.

Le caractère isolé de ces situations ne permet pas de faire émerger des savoirs de formation de référence partagés par les formateurs sur l'ensemble des contenus de formation. Or déjà en 2013, Houdement soulignait l'importance d'énumérer, au moins en partie, les savoirs mathématiques, didactiques et pédagogiques utiles pour enseigner. En appui sur les ressources diffusées par la COPIRELEM depuis plus de vingt ans, la commission s'est alors engagée dans la production d'un document² (Eysseric

1. La COPIRELEM poursuit un double objectif depuis sa création en 1973. Le premier vise à regrouper des travaux présentant des activités de classe pour l'école élémentaire, pour accompagner les enseignants en formation et dans la préparation de la classe. Le second vise à réfléchir à la question de la formation des enseignants du premier degré

2. Une version du document est en ligne <https://www.copirelem.fr/wordpress/wp-content/uploads/2023/08/Document-cadre-v3.pdf> [consulté le 26 février 2024]

CONCEPTION D'UN DOCUMENT-CADRE POUR LA FORMATION DES PROFESSEURS DES ÉCOLES À L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

et al., 2023) proposant des repères quant aux contenus pour la formation des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques. Les fréquentes réformes de la formation initiale qui amènent à repenser régulièrement les contenus de formation ont renforcé par ailleurs la volonté de la commission de concevoir un tel document. Depuis la réforme de la Mastérisation en 2010 en effet, une grande instabilité, tant du côté de la place et du contenu du concours de recrutement des Professeurs des Écoles (CRPE) que du côté de leur formation, résulte d'une succession de réformes et périodes transitoires associées (figure 1).

Ces nombreuses réformes ont conduit la COPIRELEM à impulser et développer des travaux sur les points sensibles liés aux changements institutionnels. Les colloques annuels qu'elle organise sont en particulier des moments privilégiés pour travailler sur les contenus et modalités de formation et échanger entre formateurs des différentes académies de France. Or ces échanges ont, ces dernières années, révélé d'importantes disparités des contextes de formation ayant fait suite à l'enchaînement des réformes. En outre, l'arrivée du nouveau CRPE en 2022 (MEN, 2021) a rendu plus vive encore la question des contenus de for-

mation, dont les choix sont impactés par la place du concours dans la formation (en fin de M2) et par le contenu des épreuves en mathématiques pour l'admissibilité (contenus « disciplinaires ») et pour l'admission (contenus « didactiques »). Des différences importantes en formation initiale, selon les INSPE ou les formateurs, apparaissent sur le poids accordé (en termes de volumes horaires) à la préparation de l'épreuve écrite du concours (contenus disciplinaires) et sur celui accordé à la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école. Ces disparités peuvent amener les étudiants à se sentir démunis quand ils doivent conduire des séances de mathématiques en stage lorsque la préparation au concours prend une place importante dans leur formation, ou *a contrario* à les inquiéter quant à leur capacité de réussir l'écrit du CRPE quand leur formation donne une place importante à l'apprentissage du métier. Il nous a alors semblé qu'un document de référence qui puisse répertorier les contenus à aborder, savoirs en jeu et compétences à développer dans la formation des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques, serait d'une grande utilité pour les formateurs. L'objectif n'est pas d'uniformiser la formation sur l'ensemble du territoire, mais bien de permettre aux formateurs d'identifier plus clairement

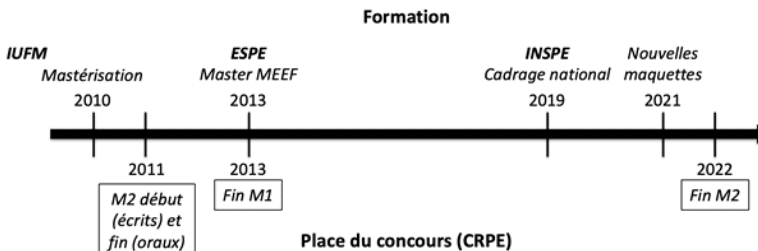


FIGURE 1 – Réformes successives depuis 2010

les enjeux de formation et les aider à concevoir des progressions et des programmations de la formation dans leur INSPE.

Du fait du caractère inédit du développement d'un tel document dans le paysage des ressources pour la formation, il nous semble intéressant d'en analyser et d'en documenter la conception. Les questions qui nous intéressent sont les suivantes. Comment concevoir une ressource qui puisse jouer le rôle de document de référence pour la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire ? Comment définir son contenu ? Quel processus de conception mettre en œuvre ? Comment la mettre à l'épreuve ? Dans ce texte nous souhaitons apporter une première contribution à ces questions en nous appuyant sur l'élaboration du document-cadre.

Nous exposons dans une première partie les points d'appui théoriques pour la conception du document, puis nous présentons une analyse de son contenu et des étapes de son développement.

1. — Points d'appui théoriques

Demeuse et Strauven (2006) définissent un « curriculum d'enseignement ou de formation » comme étant un document institutionnel qui correspond à un plan d'action et qui vise à offrir une « vision d'ensemble, planifiée, structurée et cohérente des directives pédagogiques selon lesquelles organiser et gérer l'apprentissage en fonction des résultats attendus. » (*op. cit.*, p. 11). Le document que nous avons élaboré, même s'il a pour ambition de constituer une certaine référence partagée par les formateurs, n'est pas un document institutionnel, nous le décrivons comme n'étant « ni le programme d'une préparation au CRPE, ni celui de deux années de formation du master Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation (MEEF) » (Eysseric et al., 2023, p. 1). Il ne s'agit donc pas d'un curriculum au sens de Demeuse et Strauven (2006), la terminologie

de « document-cadre » étant d'ailleurs adoptée pour le nommer, mais il en possède certaines caractéristiques, ce qui nous amène à utiliser le cadre développé par ces chercheurs comme point d'appui pour sa conception.

1. 1 - Cadre d'élaboration d'un curriculum

Demeuse et Strauven (2006) ont mis en évidence des aspects méthodologiques pour l'élaboration d'un curriculum (programmes institutionnels pour l'enseignement). Ils identifient deux types d'opérations dans cette élaboration : le travail de rédaction (fond et forme) qui conduit à une (ou plusieurs) version(s) provisoire(s) et l'évaluation *a priori* de cette (ces) version(s) provisoire(s). Ils soulignent également l'importance du contexte et identifient cinq facteurs qui, en interaction, pèsent sur le développement d'un curriculum : le contexte général (cadre politique, socio-économique, culturel), les besoins des acteurs, le fonctionnement de l'institution, le cadre normatif et les pratiques sociales de référence. En accord avec ces travaux, nous concevons le document-cadre en tenant compte de quatre axes d'analyse : les décisions préalables à la réalisation du document, son élaboration, le processus d'évaluation *a priori*, sa mise à l'épreuve. L'analyse des décisions préalables prend en compte des facteurs de contexte pour préciser certains choix généraux qui ont guidé la conception du document. L'élaboration du document-cadre concerne son contenu et son organisation. Le processus d'évaluation *a priori* a été réalisé avant la diffusion à grande échelle. La mise à l'épreuve porte sur l'usage du document. Dans cet article, nous porterons plus particulièrement notre attention sur les trois premiers axes d'analyse, la mise à l'épreuve s'inscrivant dans une temporalité beaucoup plus longue.

Demeuse et Strauven (2006) précisent qu'un curriculum s'articule autour de trois

pôles en interaction étroite : les objectifs visés (pôle 1) ; les processus didactiques et les stratégies mises en œuvre pour les atteindre (pôle 2) ; les situations qui permettent d'évaluer leur degré de maîtrise (pôle 3). Afin de préciser la définition du contenu du document-cadre, nous avons eu recours à des travaux relatifs aux enjeux de savoirs en formation des enseignants présentés ci-après.

1. 2 - Identification des savoirs

Pour guider la conception des contenus du document-cadre, nous nous sommes appuyés sur des catégorisations des savoirs nécessaires pour enseigner les mathématiques. Des travaux de recherche ont depuis longtemps pointé l'existence de différents types de savoirs pour enseigner (Shulman, 1986 ; Houdement et Kuzniak, 1996 ; Carrillo et al., 2017). Nous avons tout d'abord pris appui sur les travaux de Houdement et Kuzniak (1996). À partir d'analyses de pratiques de formateurs de mathématiques dans les Instituts Universitaires de Formation des maîtres (IUFM)³, ces auteurs ont identifié trois catégories de savoirs en jeu en formation : mathématiques, pédagogiques, didactiques. « Le savoir mathématique correspond aux mathématiques nécessaires à l'enseignant pour préparer, réguler et évaluer sa séance et ses élèves. » (Houdement, 2013, p. 12). Le savoir pédagogique oscille entre deux pôles, « l'un théorique mais parfois très éloigné de la pratique future des étudiants (...), l'autre proche du sens commun et de la pratique, mais privé de l'adaptabilité d'un modèle plus théorique. » (*ibid.*, p. 13). Le savoir didactique est nourri par les recherches

en didactique des mathématiques et plus particulièrement celles qui portent sur le primaire. Il est transposé pour être rendu accessible en centre de formation et constitue un outil pour l'enseignant : en formation, il ne s'agit alors pas de l'approfondir de façon théorique, mais de savoir l'utiliser pour enseigner. Ces différents savoirs sont recomposés dans les situations d'enseignement-apprentissage que les professeurs des écoles ont à concevoir et mettre en œuvre dans leur classe (Houdement, 2013). Divers travaux ont par ailleurs mis en évidence la nécessaire prise en compte des articulations entre savoirs mathématiques, didactiques et pédagogiques dans des situations de formation (Cardetti et Truxaw, 2014 ; Mangiante et al., 2019).

Pour affiner la catégorisation des savoirs élaborée par Houdement et Kuzniak (1996) au temps de la formation à l'IUFM, nous avons pris appui sur le référentiel des savoirs spécifiques aux enseignants de mathématiques – le modèle MTSK (pour *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge*). Développé par Carrillo et al. (2017) à partir des travaux de Shulman (1986), ce modèle apparaît compatible avec la catégorisation de Houdement et Kuzniak (1996). Notons d'abord que le modèle MTSK vise à aborder « d'un point de vue analytique, le savoir que le professeur utilise professionnellement dans le cadre de son enseignement mathématique » (Carrillo et al., 2017, p. 187), que ce soit avant, pendant ou après la classe et qu'il s'agit de développer en formation. Prenant en compte les conceptions sur les mathématiques et leur enseignement, le modèle MTSK est composé de deux grands domaines,

3. Créés en 1990 (par la loi 2005-380 du 23 avril 2005 d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école) et supprimés en 2013, les IUFM étaient les établissements de formation des professionnels de l'enseignement public. Pour les enseignants du premier degré, ils succédaient à l'École Normale. Ils ont été remplacés par des Ecoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation (ESPÉ) (loi 2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République), qui changent de nom en 2019 pour devenir les Instituts Nationaux Supérieurs du Professorat et de l'Éducation (INSPÉ)

chacun subdivisé en quatre sous-domaines. Le domaine des connaissances mathématiques (*Mathematical Knowledge*, MK) (à gauche en noir figure 2) comprend, outre les conceptions sur la pratique des mathématiques (*Beliefs on Maths*, BM), les connaissances sur les concepts mathématiques, les procédures ainsi que leurs fondements théoriques (*Knowledge of the Topics*, KoT) ; les connaissances sur la structuration des mathématiques ainsi que son épistémologie (*Knowledge of the Structure of Mathematics*, KSM) ; les connaissances sur la pratique des mathématiques (*Knowledge of the Practice of Mathematics*, KPM), en lien avec le travail du mathématicien – raisonnement, aspects de la communication mathématique (argumentation, langage, représentations...), production et utilisation de définitions, de propriétés, de relations entre concepts. Les trois sous-domaines KoT, KSM et KPM constituent alors le savoir mathématique au sens de Houdement et Kuzniak (1996).

gnement et l'apprentissage des mathématiques (*Beliefs on Maths Teaching and Learning*, BMTL), les connaissances sur l'enseignement de cette matière (*Knowledge of Mathematics Teaching*, KMT), celles sur les caractéristiques de l'apprentissage des mathématiques et de ses difficultés (*Knowledge of Learning Mathematics*, KFLM), ainsi que la connaissance des normes d'enseignement-apprentissage en mathématiques (*Knowledge of Mathematics Learning Standards*, KMLS) (programmes, progressions annuelles, matériel conventionnel, formes d'évaluation notamment). Les trois sous-domaines KMT, KFLM et KMLS constituent le savoir didactique au sens de Houdement et Kuzniak (1996).

2. — Les décisions préalables

Dans cette partie, nous identifions les principaux facteurs de contexte, ainsi que les choix généraux qui ont guidé la conception du document-cadre.

2. 1 - Facteurs de contexte

Depuis 2013, un référentiel de compétences professionnelles pour les professeurs (MEN, 2013) constitue une référence pour les formateurs et un point d'appui pour l'élaboration des maquettes de formation du master MEEF. Ce référentiel est transversal, et même s'il permet d'identifier les grands enjeux de la formation, il ne précise pas les enjeux spécifiques à l'enseignement de chaque discipline qui sont effectivement convoqués dans l'exercice de ces compétences. Par ailleurs, le cadre de référence des épreuves du CRPE en mathématiques (MEN, 2021) est celui des programmes des cycles 1 à 4 complété par la partie « Nombres et calculs » du programme de mathématiques de la classe de seconde générale et technologique. Ce texte mentionne également la nécessité de connaissances et de compétences en didactique des mathématiques pour enseigner au niveau

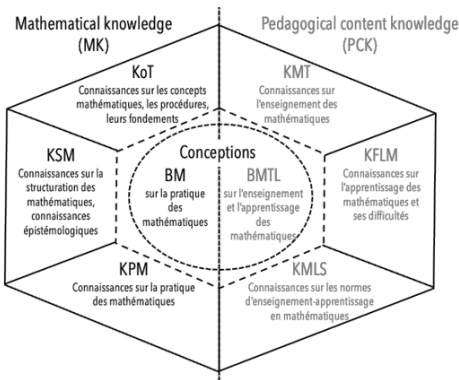


FIGURE 2 – Schématisation du modèle MTSK réalisée à partir de celui de Carrillo et al. (2017)

Le domaine des connaissances sur l'enseignement de la matière (*Pedagogical Content Knowledge*, PCK) (à droite en gris figure 1) comprend, outre les conceptions sur l'ensei-

primaire, mais sans les expliciter.

En ce qui concerne les mathématiques, Sayac (2012) note que, déjà dans les IUFM, « les plans de formation des professeurs des écoles intègrent tous (...) des éléments de didactique des mathématiques », mais « de manière plus ou moins importante » (*op. cit.*, p. 117). Dix ans plus tard, Celi, Masselot et Tempier (2019) relèvent l'absence d'une référence partagée par les formateurs en INSPÉ pour définir leurs contenus d'évaluation en formation initiale, et soulignent qu'aucune contrainte de cadrage n'est imposée en termes de programme pour la formation en mathématiques. Ainsi, même si le CRPE a une influence importante sur les contenus de formation initiale (Briand, 2004), le programme des épreuves de ce concours se révèle insuffisant pour permettre aux formateurs d'identifier les enjeux de formation qui feraient consensus. En outre, les formateurs font montre d'une grande diversité de profils, d'expériences et de statut (ils peuvent en effet être professeurs des écoles maîtres formateurs, conseillers pédagogiques, inspecteurs, professeurs de lycées et collège, ou enfin enseignants-chercheurs). L'entrée dans le métier de formateur se révèle peu aisée pour des professeurs de mathématiques issus du second degré non encore familiers de l'enseignement des mathématiques dans le premier degré, ou encore pour des professionnels de terrains moins bien armés sur les savoirs mathématiques et leur organisation. Le document-cadre vise alors à fournir des repères communs et partagés afin d'outiller les formateurs pour identifier les contenus importants pour la formation à l'enseignement des mathématiques (Petitfour et al., 2022) tout en permettant des adaptations en fonction des contraintes locales (équipes de formateurs, INSPE, ...) et des pratiques de formation individuelles. Le document-cadre ne cherche pas à correspondre à un cahier des charges définissant des modalités

de formation (nombre d'heures, type de cours, stratégies de formation, etc.), ou d'évaluation dans les INSPÉ.

2. 2 - Les choix et conceptions de la formation

Depuis plus de vingt ans, la COPIRELEM plébiscite une formation des futurs enseignants totalement organisée et orientée par la finalité d'enseigner les mathématiques aux élèves de l'école (Briand, 2004 ; Simard et al., 2011) : « les contenus mathématiques doivent être revisités, approfondis, enrichis, consolidés et restructurés dans la perspective de leur enseignement et de leur apprentissage par les élèves » (Eysseric et al., 2023, p. 5). C'est, pour les professeurs des écoles en formation, une (ré)appropriation des mathématiques « qui ne peut se faire qu'en étroite relation avec des champs de connaissances didactiques, historiques, épistémologiques et psychologiques » (*ibid.*). Les savoirs mathématiques à maîtriser doivent permettre aux professeurs des écoles d'enseigner les mathématiques à l'école, c'est-à-dire de « faire acquérir aux élèves les principaux éléments de mathématiques qui leur permettront d'être autonomes dans leur vie quotidienne, de développer une pensée rationnelle, d'entrer dans une culture commune, de comprendre les mathématiques en jeu dans les autres disciplines de l'école, de construire des outils de compréhension scientifique du monde » (*ibid.*). Il s'agit donc, pour les enseignants, de maîtriser un « bagage » mathématique suffisant par rapport aux exigences de l'école primaire, de posséder une maîtrise raisonnable des savoirs mathématiques de l'école élémentaire leur « permettant d'avoir un certain recul par rapport aux programmes » (Kahane, 2000, p. 7). « Ce bagage mathématique doit être structuré et organisé, il dépasse la simple maîtrise du niveau supérieur à celui enseigné » (Eysseric et al., 2023, p. 5-6).

La COPIRELEM (Simard et al., 2011), comme la Commission de Réflexion sur l'Enseignement

des Mathématiques (Kahane, 2000), soulignent qu'une formation en mathématiques des professeurs des écoles doit viser à changer l'image des mathématiques pour certains étudiants et certaines étudiantes (rassurer par rapport aux mathématiques et redonner de l'appétence pour la résolution de problèmes), revisiter, consolider et amener à prendre du recul par rapport aux mathématiques à enseigner, prendre conscience de la complexité de notions naturalisées (comme la numération), cerner précisément les concepts mathématiques étudiés, acquérir un langage mathématique précis, développer les capacités d'argumentation et de raisonnement. Elle doit aussi amener les étudiants et les étudiantes à changer de posture pour passer de celle d'élève à celle d'enseignant, notamment en devenant capable d'envisager plusieurs procédures de résolution d'un même problème, d'avoir recours à des changements de registres adaptés... La commission réaffirme en outre que la formation des professeurs des écoles doit permettre d'acquérir les compétences professionnelles qui peuvent être mises en lien avec le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation (MEN, 2013) et qui sont indissociables des contenus à enseigner. Ces points d'appui et ces conceptions sont clairement explicités dans le document-cadre comme nous allons le voir dans la partie suivante.

3. — Conception du document-cadre

Le document-cadre a été élaboré en appui sur les nombreux travaux menés au sein de la COPIRELEM depuis sa création. Il se présente comme un référentiel répertoriant des « savoirs et savoir-faire incontournables » à maîtriser pour enseigner les mathématiques à l'école primaire (objectifs de formation, pôle 1) et donnant des pistes pour la mise en œuvre en formation (stratégies de formation, pôle 2). L'élaboration du document a bien pris en compte le cadre normatif et les pratiques

sociales de référence : le lien avec le référentiel de compétences professionnelles est explicité dans la ressource ; certaines limites aux attendus sont spécifiées dans la colonne *Commentaires* (voir par exemple figure 5) ou à l'aide d'astérisques. Mais le document-cadre ne fournit pas de situation pour l'évaluation (absence du pôle 3), puisque les contenus et modalités d'évaluation en formation initiale notamment dépend fortement des contextes locaux, qui peuvent être très variés selon les universités (Celi, Masselot et Tempier, 2019) : nous avons donc choisi de laisser à la charge des formateurs les questions d'évaluation. La ressource est structurée en fonction de différents domaines mathématiques. À l'intérieur de chaque domaine, la présentation en tableaux de trois colonnes privilégie une entrée (première colonne) par les « enjeux didactiques de l'enseignement des savoirs mathématiques ». Alors qu'en formation on peut parfois observer une entrée par les savoirs mathématiques visant à combler certaines lacunes avant d'aborder des questions professionnelles, nous faisons le choix inverse, qui vise à motiver la réflexion sur les mathématiques à enseigner en partant de questions professionnelles. C'est aussi le choix que l'on retrouve dans les situations de formations de la COPIRELEM, que ce soit dans des stratégies d'homologie-transposition, dans l'analyse de vidéos, les jeux de rôles, etc. (COPIRELEM, 2003 ; Guille-Biel Winder *et al.*, 2019 ; Celi *et al.*, 2022).

Les différentes parties du document-cadre

Le document-cadre se compose de neuf parties, la première introduisant les autres. Ce préambule se compose de deux sous-parties : une mise en lien entre le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation et les contenus à enseigner ; l'exposition de nos choix sur les



FIGURE 3 – Les six domaines présentés dans le document-cadre

contenus de formation des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques. Une deuxième partie présente l'organisation du document et donne des indications relatives à sa lecture. Les autres parties présentent un découpage des contenus en différents domaines issus des programmes de l'école ou spécifiques à la formation (chaque domaine est repéré par un code couleur, figure 3) : « Enjeux généraux liés à l'enseignement des différents domaines mathématiques » ; « Nombres et calculs », « Grandeurs et mesures », « Espace et géométrie » (trois domaines qui réfèrent aux programmes à partir du cycle 2) ; « Organisation et gestion de données numériques » (domaine présent dans les programmes du cycle 4) ; « Algorithmique et logique » (domaine dans lequel figure une partie transversale liée au raisonnement et à la logique en jeu dans le travail mathématique).

Présentation et organisation des domaines

Le domaine « Enjeux généraux liés à l'en-

seignement des différents domaines mathématiques » présente des compétences et des savoirs transversaux, relevant principalement des PCK, répartis dans six parties :

- organisation des apprentissages (par exemple « reconnaître, concevoir et mettre en œuvre la découverte, l'évolution et la construction progressive d'une notion par les élèves ») ;
- adaptation de l'enseignement des mathématiques à différents publics et dans différents contextes (par exemple « savoir jouer sur les variables pédagogiques et didactiques pour différencier les situations d'apprentissage en les adaptant aux connaissances / besoins/ difficultés des élèves ») ;
- langage et verbalisation (par exemple « être conscient que l'interférence entre langage courant et langage mathématique peut conduire à des obstacles ») ;
- résolution de problèmes (par exemple « prendre en compte le rôle de l'usage du matériel dans la résolution de problèmes ») ;
- outils didactiques (par exemple « tâches

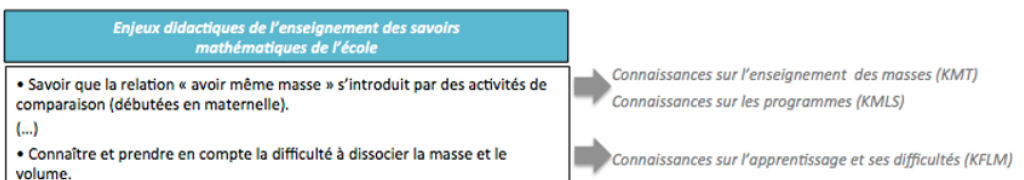
FIGURE 4 – Extrait du thème d'étude *Masse* (Eysseric et al., 2023, p. 35)



FIGURE 5 – Extrait du thème d'étude *Fractions et décimaux* (Eysseric et al., 2023, p. 19)⁴

et types de tâches, techniques (ou procédures), justifications d'une technique (technologies) » ;

- ressources pour enseigner (par exemple « savoir analyser des propositions de manuels scolaires ou de documents pédagogiques pour faire des choix éclairés »).

Chaque domaine mathématique se décline en sous-domaines et thèmes d'étude dans une présentation sous forme de tableau à trois colonnes. La première, intitulée « Enjeux didactiques de l'enseignement des savoirs mathématiques de l'école », expose les compétences à maîtriser relevant principalement des PCK : connaissances sur l'enseignement

d'une notion (KMT), sur son apprentissage (KFLM) ainsi que sur certaines normes d'enseignement-apprentissage (KMLS) de cette notion (voir un exemple figure 4).

La deuxième colonne présente les savoirs mathématiques et épistémologiques nécessaires pour enseigner les mathématiques à l'école (MK) : sur les concepts (KoT), sur la structuration des mathématiques (KSM) et sur la pratique des mathématiques (KPM) (voir un exemple figure 5).

La troisième colonne apporte des éclairages

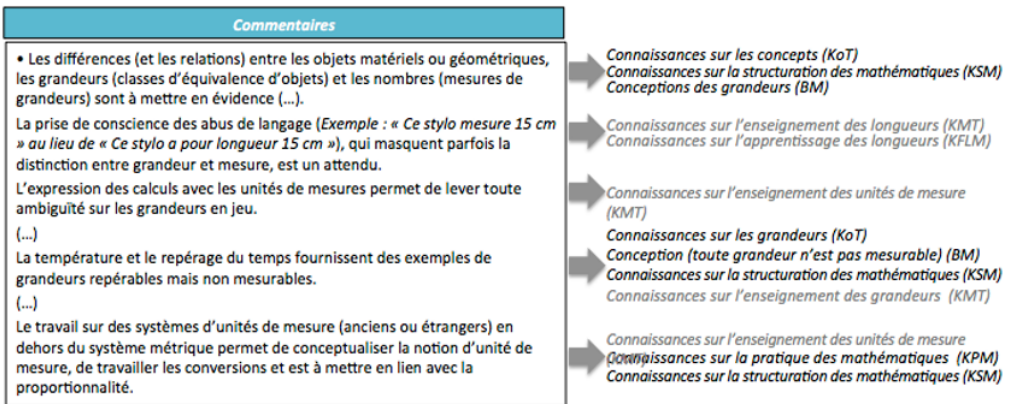


FIGURE 6 – Extrait du domaine d'étude *Grandeurs et mesures* (Eysseric et al., 2023, p. 33)

4. L'astérisque précédant certains savoirs souligne, pour le formateur, le fait qu'il « ne s'agit pas de proposer un cours théorique les concernant, mais plutôt de les intégrer en tant qu'outils dans la pratique des mathématiques ou dans leur enseignement, en les reliant aux contextes dans lesquels ils sont nécessaires ; certains seront notamment explicités en les contextualisant aux savoirs scolaires » (Eysseric et al., 2023, p. 8)

Enjeux didactiques de l'enseignement des savoirs mathématiques de l'école	Savoirs mathématiques et épistémologiques	Commentaires
<ul style="list-style-type: none"> Comprendre que la définition de la relation « avoir même angle » s'appuie sur des activités de comparaisons de secteurs angulaires: comparaisons directes (par superposition) ou indirectes (à l'aide d'un gabarit ou de papier calque). 	<ul style="list-style-type: none"> Angle et secteur angulaire*. Mesure d'angles*. 	<ul style="list-style-type: none"> L'angle est une grandeur géométrique associée à un secteur angulaire (appelé aussi « angle » par abus de langage à l'école primaire). Le degré est la seule unité de mesure attendue. La connaissance de quelques mesures est attendue, en lien avec quelques polygones particuliers (rectangle, triangle équilatéral) ou la relation d'alignement (angle plat).

FIGURE 7 – Présentation du thème d'étude « Angles » (Eysseric et al., 2023, p. 36)

pour le formateur sur les contenus des deux autres colonnes qu'elle met parfois en lien. Elle peut comporter des exemples, notés en italique. Les types de connaissances identifiés sont alors multiples : outre les catégories précédemment mentionnées, les conceptions erronées sur les savoirs mathématiques (BM) sont abordées. On peut voir sur l'exemple (figure 6) une forte imbrication entre ces différentes catégories.

La présentation des savoirs suit, lorsque c'est possible, une chronologie cohérente avec celle à suivre dans l'enseignement des notions. La structure du document est ainsi pensée en accord avec une programmation de l'enseignement (KMLS). Par ailleurs, les savoirs mathématiques et didactiques en relation sont inscrits l'un à côté de l'autre dans le tableau, la lecture en ligne soulignant leur mise en lien (exemple figure 7).

Lorsque des thèmes sont liés entre eux, ces liens sont précisés dans la colonne *Commentaires* (voir un exemple figure 6). Parfois, les mêmes savoirs sont énoncés à plusieurs endroits du document lorsqu'ils sont communs à plusieurs domaines, par exemple : « La droite numérique peut servir de point d'appui pour le calcul et pour aborder les techniques de soustraction » (Domaine Nombres et calculs, p. 21) et « La droite numérique peut servir de point d'appui pour le calcul et pour apprécier l'ordre de grandeur des nombres » (Domaine

Espace et géométrie, p. 40).

Des ressources bibliographiques

À la fin de la présentation de chaque domaine, des ressources bibliographiques dont nous pensons qu'elles peuvent outiller le formateur dans l'élaboration de ses formations sont proposées (figure 8) : des « situations de formation » permettent une opérationnalisation de la transmission des savoirs en jeu (mises en lien de différents types de connaissances) ; des « références théoriques » indiquent des travaux de recherche (ou leur transposition) ; des « ressources pour la classe » proposent des situations comportant des analyses *a priori* (en lien avec le développement des connaissances sur l'enseignement et l'apprentissage, KMT et KFLM). Ces ressources bibliographiques sont complétées par des ressources institutionnelles (en relation avec les normes d'enseignement-apprentissage, KMLS).



FIGURE 8 – Quatre catégories de références bibliographiques (Eysseric et al., 2023, p. 8)

4. — Développement du document-cadre et évaluation *a priori*

Le choix de faire évoluer le document jusqu'à l'atteinte d'un certain consensus au sein de la communauté des formateurs a été fait pour conduire à sa pertinence *in fine* et à sa « bonne réception » par les formateurs. Différents collectifs de professionnels engagés dans la formation des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques ont ainsi pris part à l'écriture du document (le processus est récapitulé figure 9).

statuts divers, de nombres d'années d'ancienneté différents et issus de 12 INSPE de France (sur 32) ont été invités à relever les items qui leur semblaient superflus, à indiquer les incontournables qui leur semblaient manquer, à relever les items pour lesquels ils avaient rencontré des interprétations différentes ou des interrogations quant à leur formulation. Chaque groupe, en charge d'une partie du document, a rempli une grille reprenant ces trois points en ajoutant commentaires et arguments. Un temps collectif a permis de partager la réflexion de chacun des groupes et d'initier quelques échanges. Il a notamment mis en évidence l'importance du domaine « Savoirs transversaux à l'enseignement des différents domaines mathématiques » qui permet de ne pas décliner ces savoirs dans chacun des thèmes ou sujets d'étude des différents domaines mathématiques. Il a aussi conduit à clarifier les analyses réalisées en groupes. Il nous a également conforté à propos de la nécessité d'un tel document pour répondre aux besoins des formateurs. À partir de cette première *évaluation externe* (Demeuse et Strauven, 2006), des ajustements ont été réalisés : certains passages ont été complétés, des précisions apportées, des items reformulés pour lever certaines ambiguïtés d'interprétation. Ce travail a abouti à la version 1 du document-cadre. Sa mise à l'épreuve par des formateurs lors de leur contribution à l'élaboration du programme de formation des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques dans leur INSPÉ a constitué une nouvelle étape. Les retours ont permis de produire une version 2 (mars 2022), mise en ligne sur le site de la COPIRELEM et communiquée à des formateurs en INSPÉ (environ 200) lors de formations. De nouveaux retours ont conduit à une version 3 (mars 2023) accessible à tout formateur d'enseignants.

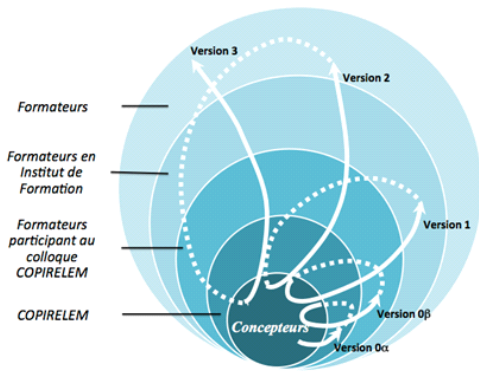


FIGURE 9 – Processus de développement du document-cadre

Une première ébauche (version 0α) écrite au premier trimestre 2021 par un collectif restreint de six membres de la COPIRELEM a été présentée aux autres membres (14) de la commission pour discussion, analyse et modifications. Cette *évaluation interne* (Demeuse et Strauven, 2006) a conduit à une reprise du document et a abouti à une nouvelle version (version 0β). Celle-ci a alors été soumise à une trentaine de formateurs participant à un colloque organisé par la COPIRELEM (juin 2021) en vue de l'analyser et de l'enrichir (Petitfour et al., 2022). Ces formateurs, de

5. — Conclusion et perspectives

La question de la définition des savoirs incontournables pour la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire pour harmoniser les choix de contenus de formation des formateurs se pose de manière cruciale en France. Dans cet article, nous avons analysé la conception d'un document ayant un statut particulier dans les ressources pour la formation en appui sur des méthodes de développement de documents curriculaires. Cette conception s'appuie sur certaines orientations défendues par la COPIRELEM pour la formation des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques, par exemple former en privilégiant une entrée didactique plutôt qu'une entrée strictement disciplinaire. Nous avons mis en évidence les choix opérés pour transmettre ces orientations aux formateurs et leur permettre de s'en emparer : par exemple, la mise en lien des différents types de connaissances dans le document, est liée à une volonté de favoriser leur articulation dans les situations de formation. Notons cependant que les connaissances nécessaires à l'enseignant dans l'acte d'enseigner « dépassent l'accumulation statique (...), passent par une recomposition dans l'action (Schön, 1983), s'enrichissent et se régulent par les rétroactions de la pratique » (Houdement, 2013, p. 21). Travailler ce lien entre connaissances et pratique dépasse le cadre du document-cadre et constitue un travail complexe à la charge du formateur.

Dans cet article, nous n'avons pas abordé la dernière étape de mise à l'épreuve du document-cadre. L'étude de son usage par les formateurs constitue une perspective de notre recherche. Nous avons pu déjà percevoir l'intérêt suscité par ce document lors de formations de formateurs. En nous appuyant sur des critères d'évaluation de l'ergonomie de ressources (Tricot et al., 2003), nous pourrions engager cette dernière étape de l'analyse selon différents types de questionnement liés à ses usages.

L'étude de son *utilité* permettrait d'interroger la capacité du document à permettre aux formateurs d'identifier les enjeux de formation et de mettre en œuvre une organisation temporelle des contenus de formation. Concernant l'*acceptabilité* du document-cadre, il s'agirait d'interroger la façon dont les formateurs « accueillent » ce document, alors que pour l'*adaptabilité* il s'agirait d'analyser comment les formateurs ont pu l'adapter à leurs contraintes locales. Enfin, pour son *utilisabilité* il s'agirait d'interroger la capacité des formateurs à s'emparer du document-cadre, sur le fond comme sur la forme, dans leurs activités de formation. Ce dernier point aborde également la question de l'impact du document-cadre sur les pratiques des formateurs.

6. — Bibliographie

- Briand, J. (2004). Un zoom sur les colloques, les annales, le séminaire des nouveaux formateurs. *Actes du 30e colloque COPIRELEM* (p. 16-23). IREM Marseille.
- Cardetti, F., Truxaw, M.-P. (2014). Toward improving the mathematics preparation of elementary preservice teachers. *School Science and Mathematics*, 114, 1-9. <https://doi.org/10.1111/ssm.12047>
- Carrillo, J., Montès, M., Contreras, L.-C., Climent, N. (2017). Les connaissances du professeur dans une perspective basée sur leur spécialisation : MTSK. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 22, 185-205.
- Celi, V., Masselot, P., Tempier, F. (2019). L'évaluation en mathématiques des professeurs des écoles débutants : quelles alternatives face aux contraintes de la formation ? *Actes du colloque EMF2018* (p. 115-123). IREM de Paris.
- Celi, V., Guille-Biel Winder C., Mangiante C., Masselot P., Petitfour E., Simard A.,

- Tempier F. (2022). *Construire une expertise pour la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. Situations – Ressources – Analyses. Les outils du formateur Tome 2*. ARPEME.
- COPIRELEM (2003). *Carnets de route de la COPIRELEM. Concertum. Dix ans de formation des professeurs des écoles en mathématiques*. ARPEME.
- Demeuse, M., Strauven, C. (2006). *Développer un curriculum d'enseignement ou de formation. Des options politiques au pilotage*. De Boeck Université.
- Eysseric, P., Guille-Biel Winder, C., Mangiante-Orsola, C., Petitfour, E., Simard, A., Tempier, F. (2023). *Document-cadre pour la formation des professeurs des écoles à l'enseignement des mathématiques*. ARPEME.
- Guille-Biel Winder C., Mangiante C., Masselot P., Petitfour E., Simard A., Tempier F. (2019). *Construire une expertise pour la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. Situations – Ressources – Analyses. Les outils du formateur Tome 1*. ARPEME.
- Houdement, C. (2013). *Au milieu du gué : entre formation des enseignants et recherche en didactique des mathématiques*. [Note d'habilitation à diriger des recherches, Université Paris 7]. <https://theses.hal.science/tel-00957166>
- Houdement, C., Kuzniak, A. (1996). *Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. Recherches en didactique des mathématiques, 16(3), 289-322*.
- Kahane, J.-P. (dir.) (2000). *La formation des maîtres en mathématiques*. Commission de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques. Odile Jacob.
- Mangiante, C., Masselot, M., Petitfour, E., Simard, A., Tempier, F., Winder, C. (2019). Proposition d'un cadre d'analyse de situations de formation de professeurs des écoles. Dans I. Verscheure, M. Ducrey Monnier et M. Pelissier (dir.), *Enseignement et formation: éclairages de la didactique comparée* (p. 131-142). Presses Universitaires du Midi.
- MEN (2013). Le référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation. *BO n° 30 du 25/07/2013*. https://www.education.gouv.fr/bo/13/Hebdo30/MENE1315928A.htm?cid_bo=73066
- MEN (2021). Arrêté du 25 janvier 2021. *JORF n° 0025 du 29/01/2021*. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043075701>
- Petitfour, E., Guille-Biel Winder, C., Tempier, F., Simard, A., Eysseric, P. (2022). Quel programme de formation des professeurs des écoles pour enseigner les mathématiques ? *Actes du 47e colloque COPIRELEM* (p. 115-145). ARPEME.
- Sayac, N. (2012). Pratiques de formateurs en mathématiques dans le premier degré. *Recherche et formation, 71, 115-130*. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.1991>
- Schön, D.A. (1983). *The reflexive practitioner: how professionals think in action*. Basic Book Inc. Traduction 1994 : *Le praticien réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Éditions Logiques.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15(2), 4-14*. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>.
- Simard, A., Imbert, J.-L., Masselot, M., Ouvrier-Buffet, C. (2011). Quelles modalités de contrôle des connaissances dans la formation en mathématiques des professeurs d'école ? *Actes du 37e colloque COPIRELEM* (p. 1-27). ARPEME.

Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G., Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. Dans C. Desmoulin, P. Marquet et D. Bouhineau (dir.). *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (p. 391-402). ATIEF/INRP.