
QUELLES RESSOURCES POUR LES PROFESSEURS DES ÉCOLES ET LEURS FORMATEURS ? APPORTS DE LA RECHERCHE EN DIDACTIQUE¹

Lætitia BUENO-RAVEL
ESPE de Bretagne, CREAD (EA 3875)
Ghislaine GUEUDET
ESPE de Bretagne, CREAD (EA 3875)

Introduction

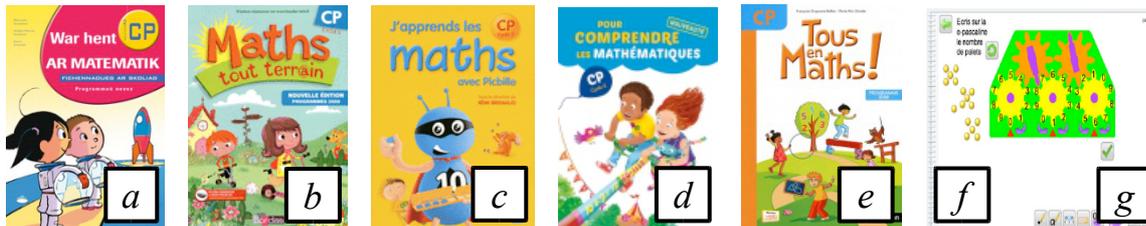
La question des ressources pour les professeurs interroge les différents acteurs de l'enseignement : les professeurs, pour préparer leurs enseignements et se re-sourcer ; les formateurs, pour faire évoluer les rapports des formés aux supports pédagogiques ; l'institution, pour viser une amélioration des résultats des élèves par le biais d'une modification des pratiques des professeurs ; les élèves et la société.

Cette question est également complexe du fait de la diversité des ressources disponibles, ressources restant toutefois fortement marquées par le contexte socio-culturel dans lequel elles ont été créées.

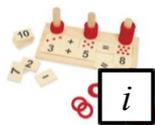
Dans ce paysage complexe, nous avons retenu trois axes de réflexion, que nous considérons successivement ici. Tout d'abord, le manuel scolaire et ses usages ; celui-ci demeure en effet une ressource essentielle, avec actuellement des évolutions majeures liées au numérique. Nous interrogeons ensuite la diffusion des ressources produites par la recherche en didactique ; puis nous questionnons les ressources pour la formation. Mais avant d'aborder ces différents points, nous nous proposons de nous pencher sur un exemple « concret » — bien que fictif — qui pose le décor de la réflexion proposée. Dominique, professeur des écoles, commence à préparer, un soir, une séquence sur l'addition pour sa classe de CP (élèves de 6-7 ans).

¹ Cet article reprend les éléments du texte d'une conférence donnée lors du XXXXI^e colloque de la COPIRELEM (Mont de Marsan, 2014).

Préambule - Une fiction-réalité au cœur de la jungle des ressources mathématiques pour les professeurs des écoles



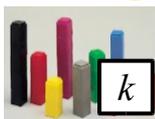
Si Dominique est en poste au Niger, la ressource principale (voir la seule) à laquelle il/elle aura accès sont les *Bases Mathématiques* (a). Il s'agit d'un livre officiel pour les professeurs produit par les autorités éducatives à des fins, notamment, de formation des enseignants. Ils sont invités à lire et relire les *Bases Mathématiques* pour développer leurs compétences professionnelles.



Si Dominique est en poste en Bretagne, dans une école Diwan², il existe très peu de ressources pour son enseignement de mathématiques en langue bretonne car seul le manuel Cap Maths a été traduit en breton pour la classe de CP, programme 2008 (b). Il/elle aimerait avoir d'autres ressources car suivre ce manuel lui semble délicat dans sa classe triple niveau.



Si Dominique est en poste en France, dans contexte d'enseignement en langue française, il/elle aura au contraire accès de très nombreuses ressources. Il/elle peut éventuellement consulter un manuel, parmi la vingtaine de titres disponibles (notamment c, d, e et f), un guide pédagogique, un fichier de différenciation, voire un manuel numérique.



Il/elle peut également décider d'utiliser du matériel. Et contrairement à Dominique, au Niger, il/elle devra choisir entre différents types de matériel, jeux, bouliers, compteurs, etc. (exemples i, j et k). Comme son école a été récemment équipée d'un tableau numérique interactif, il/elle pense pouvoir aussi utiliser des logiciels (g), des bases d'exercices en lignes (l), voire la calculatrice (h).



Hésitant encore sur sa séquence, Dominique se dit que des collègues ont été dans la même situation et que certains ont dû partager leur séquence sur Internet. Il/elle tape donc « séquence addition CP » (m) dans le moteur de recherche Google³ qui trouve environ 106 000 000 résultats⁴. Les premiers liens mènent vers des sites institutionnels de DSDEN, des sites de formation ainsi que des sites personnels de professeurs des écoles. Par où commencer pour ne pas y passer trop de temps ?



Le foisonnement des ressources pour l'enseignement des mathématiques, notamment les ressources disponibles en ligne, touche maintenant le premier degré, après avoir été jusqu'à récemment un phénomène spécifique du second degré.

Mais ce foisonnement de ressources, qui pourrait apparaître comme une richesse permettant d'améliorer l'enseignement des mathématiques, conduit en fait à un travail important du professeur car de nombreuses questions surgissent. Si l'on reprend l'exemple du préambule : quel(s) manuel(s) choisir ? Quel est le matériel le mieux adapté aux objectifs d'enseignement du professeur ? À quel(s) moment(s) de la séquence sur l'addition au CP l'introduire ? Quelle(s) organisation(s)

² Une école Diwan est une école dans laquelle l'enseignement est dispensé en langue bretonne.

³ Il existe bien sûr d'autres moteurs de recherche, certains plus respectueux de la vie privée [ndlr].

⁴ Nombre de résultats le 17 juin 2014.

pédagogique(s) mettre en place pour permettre le travail des élèves avec le matériel/le logiciel choisi ? Faut-il réserver ces supports pour les temps de différenciation ? La séquence trouvée sur le site Internet d'un collègue est-elle mathématiquement correcte ? Est-elle facilement transposable dans le contexte de ma classe ? *etc.*

En résumé, ce foisonnement de ressources conduit à un foisonnement de questions professionnelles et de questions de recherche. Dans ce texte, nous nous centrons sur les ressources en mathématiques pour les professeurs des écoles et leurs formateurs. Nous commençons par interroger la place des manuels pour l'enseignement des mathématiques en prenant appui sur des travaux internationaux (partie 3). Nous abordons ensuite le sujet de la conception de ressources par et pour les professeurs dans le contexte français, en axant notre propos sur la question de la diffusion (partie 4). Enfin, nous nous intéressons aux ressources pour la formation des enseignants (partie 5).

Perspective sur les ressources et les interactions entre ressources et professeurs

Concernant les interactions entre professeurs et ressources, et la définition même de ce qu'est une ressource, nous retenons ici la perspective introduite par l'approche documentaire (Gueudet & Trouche, 2010 ; Poisard, Bueno-Ravel & Gueudet, 2011 ; Gueudet, Pepin & Trouche, 2012). Selon celle-ci, une « ressource » est tout ce qui peut ressourcer la pratique du professeur (Adler, 2000). Ainsi, des éléments qui ne sont pas conçus à des fins d'enseignement peuvent se constituer en ressource : par exemple, une simple discussion entre un professeur et un membre de sa famille dans un contexte privé peut avoir des conséquences professionnelles. Cependant, dans le cadre de cet article, nous nous intéresserons uniquement à des ressources comportant des textes mathématiques (manuels scolaires, documents officiels, ressources en ligne, *etc.*) et nous n'aborderons pas la question des ressources pour les élèves.

Nous retenons donc avant tout de la définition d'Adler l'intérêt porté aux usages de ressources, aux interactions entre les ressources et les professeurs en supposant naturellement que les interactions entre ressources et professeurs ont des conséquences directes sur les apprentissages réalisés par élèves. L'approche documentaire introduit la notion de *travail documentaire* d'un professeur : chercher des ressources, en choisir certaines, en rejeter d'autres ; les modifier, les associer, les mettre en œuvre en classe, les réviser, *etc.* Ce travail documentaire est central dans l'activité professionnelle du professeur ou du formateur. Il dépend de la pratique habituelle du professeur, de ses convictions, forgées dans la durée. Dans le même temps, ce travail est susceptible de modifier ces convictions et ces pratiques, il est porteur de *développement professionnel*.

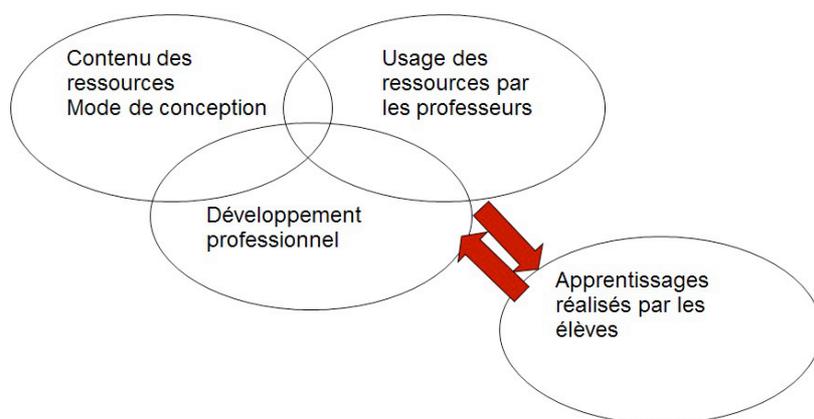


Figure 1 : Divers types de questionnements sur les ressources

De nombreuses questions peuvent être étudiées par la recherche en didactique des mathématiques, autour de la notion de ressource. Ces questions sont toutes plus ou moins liées. Par souci de clarté,

et pour esquisser le paysage dans lequel se situe notre intervention, nous utilisons la représentation de la figure 1.

Certaines questions concernent les ressources elles-mêmes, leur contenu et leur mode de conception. On peut citer, par exemple :

- quelle typologie/classification des ressources disponibles : selon le type de support, selon les auteurs, selon le public visé ?
- quels processus de conception des ressources : qui sont les auteurs, quelle(s) intervention(s) de l'institution ? L'approche documentaire met en avant le professeur comme concepteur de ressources : est-ce le cas au premier degré, où les professeurs sont usuellement moins confiants dans leur maîtrise des contenus mathématiques ?
- quelle(s) analyse(s) du contenu d'une ressource ? Peut-on définir la qualité, la cohérence didactique d'une ressource ?

D'autres questions portent plutôt sur les usages de ressources et le développement professionnel qui en résulte (pour les enseignants ou les formateurs) :

- quels éléments guident le choix des ressources ?
- quel travail de conception, par les enseignants (ou par les formateurs), à partir des ressources disponibles ? Ce travail peut-il être collectif ; certaines ressources favorisent-elles le travail collectif ?
- l'usage des ressources, par un enseignant ou un formateur : est-il en cohérence avec les objectifs d'apprentissage ou de formation visés ? Correspond-il à l'usage attendu par le concepteur, et si il s'en écarte, de quelle manière et pour quelles raisons ?
- quelles conséquences des usages de ressources, en termes de développement professionnel ?

Chaque question peut de plus être associée à une interrogation générale sur les évolutions liées au développement du numérique. Par exemple, certaines ressources numériques favorisent-elles le travail collectif ?

Abordons maintenant un certain nombre de points concernant le manuel scolaire.

Le manuel scolaire, papier et numérique

De nombreuses recherches en didactique se sont penchées sur le manuel scolaire, notamment dans le monde anglo-saxon, où ces recherches relèvent de ce que l'on nomme « *Textbook research* ». Au fil des années, des « groupes de discussions » ont été organisés dans les conférences ICME ; des conférences spécifiques ont eu lieu ; à l'automne 2013, un numéro spécial de la revue ZDM⁵ a été consacré aux recherches sur les manuels (Fan, 2013, Fan, Zhu & Miao, 2013). Nous présentons ci-dessous une sélection de résultats issus de ces recherches, organisée de la manière suivante : tout d'abord, nous considérons des recherches portant sur le manuel lui-même, comme objet dont nous verrons que les fonctions sont multiples, dans le cas du premier degré. Nous examinons ensuite les travaux, encore peu nombreux, qui étudient le manuel numérique. Enfin, nous considérons des recherches portant sur les usages du manuel et les conséquences de ces usages, en termes de développement professionnel.

Le manuel en mathématiques au premier degré

Lorsque l'on s'intéresse à des recherches internationales sur les manuels scolaires, la précaution est de mise : en effet, l'objet qui sera dénommé « *textbook* » dans les articles peut correspondre à des réalités très différentes selon les pays. Certaines recherches comparatives ont identifié des traits spécifiques, qui peuvent concerner une identité « culturelle » du contenu du manuel (Haggarty &

⁵ ZDM : *The International Journal in Mathematics Education*.

Pepin, 2002). Ainsi, les manuels en Chine jouent sur différents types de « variations » (figure 2, Sun, 2011) : faire chercher différentes solutions pour un même problème, ou donner un ensemble de problèmes légèrement différents mais mettant en jeu les mêmes opérations, etc.

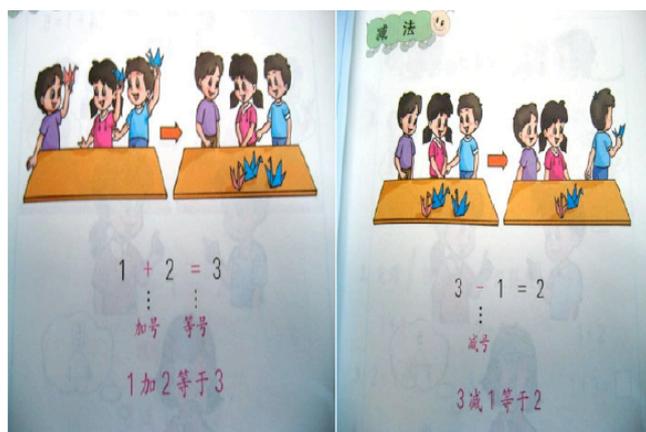


Figure 2 : Jeu de « variations » dans un manuel chinois, extrait de Sun (2011)

Mais les différences nationales peuvent aussi toucher l'objet physique « manuel » lui-même. Ainsi, Alajmi (2012), dans une comparaison concernant notamment les États-Unis et le Japon, note des écarts importants. Aux États-Unis, le manuel comporte beaucoup de pages ; ceci semble directement lié au fait qu'il y a beaucoup de répétitions dans un même manuel, ainsi que d'une année à l'autre. Il prend comme exemple le manuel *Harcourt*, CP, qui comporte 520 pages de $28 \times 22 \text{ cm}$. À l'opposé, au Japon, le manuel comporte peu de pages ; un concept donné est vu une seule fois, en profondeur. Ainsi, le manuel *Tokyo Shoseki*, CP, comporte seulement 104 pages, de $21 \times 15 \text{ cm}$. En dépit de ces différences importantes, la revue de la littérature internationale fait ressortir un ensemble d'interrogations partagées.

Une première série de questions porte sur l'utilisateur du manuel : est-ce qu'il est ou doit être un texte à destination du professeur, une ressource pour le travail du professeur, à partir de laquelle celui-ci va construire son enseignement ? Ou bien est-ce que le manuel doit directement s'adresser aux élèves, soulageant ainsi le professeur d'un travail de conception coûteux en temps, et dépassant potentiellement ses compétences professionnelles relatives à l'enseignement des mathématiques ?

Cette tension essentielle est relevée dans l'un des premiers articles sur ce thème, qui a inspiré nombre de travaux menés par la suite : (Gray, 1990), intitulé « *The primary mathematics textbook: intermediary in the cycle of change* ». L'auteur s'intéresse aux évolutions du manuel scolaire en Angleterre de 1887 à 1990. Le premier texte que l'on peut considérer comme un manuel est adressé aux professeurs, l'introduction comporte notamment ce commentaire : « *Les professeurs devraient adopter ce petit livre, qui propose des supports permettant de pratiquer tous les types de problèmes indiqués par le département d'Éducation* » (Capel, 1887, cité par Gray, 1990, notre traduction).

Quelques années plus tard, en 1926, est publié un manuel dans lequel on trouve pour la première fois des textes directement adressés aux élèves. Ce choix nouveau est fondé sur des déficits supposés des professeurs : « *Nos professeurs montrent des faiblesses dans les éléments fondamentaux. Ces petits livres sont conçus pour remédier à ces faiblesses* » (Ballard, 1926, cité par Gray, 1990, notre traduction).

Ensuite, une réaction déplace à nouveau le manuel vers une ressource pour les professeurs : « *Aucun livre adressé aux élèves ne peut remplacer le professeur dont l'esprit a conscience des besoins de chaque élève* » (Fleming, 1939, cité par Gray, 1990, notre traduction).

Par la suite, Gray note que ce cycle, manuel pour le professeur / manuel pour l'élève, se poursuit. Il note aussi d'autres évolutions importantes : alors que les premiers textes concernaient uniquement

le champ du numérique et les problèmes arithmétiques, d'autres domaines font leur apparition dans les manuels comme la géométrie. Ceci suscite de nouvelles questions : est-ce qu'un manuel est susceptible d'être une ressource pertinente pour tous les domaines mathématiques ? Le manuel ayant une structure plutôt linéaire peut être bien adapté pour des domaines auxquels on peut assez facilement associer une progression : la multiplication, par exemple. Il peut sembler moins approprié pour des thèmes plus transversaux, comme « les formes » (Gray, 1990).

Les travaux de recherche menés au fil des années ont repris et approfondi les questions identifiées par Gray, en se plaçant parfois dans un questionnement descriptif et analytique (qu'en est-il des manuels existants ?), parfois dans une perspective de recommandations (quelles devraient être les caractéristiques des manuels ?), les deux pouvant naturellement être associés. Parmi les travaux concernant spécifiquement le manuel au premier degré, on peut distinguer :

- Des analyses portant sur certains contenus mathématiques, et la manière dont ceux-ci sont enseignés. Par exemple, comment sont présentées les fractions (Alajmi, 2012), comment est exposée la distributivité (Ding & Li, 2014). Les auteurs comparent plusieurs manuels, observent les objectifs d'enseignement, les exercices proposés, *etc.* Par exemple, Alajmi met en regard différentes manières d'introduire les fractions : à partir d'activités de mesure de longueur, au Japon ; à partir de représentations de fractionnement d'aires, au Koweït. Les résultats semblent spécifiques de chaque contenu enseigné.
- Des analyses portant sur la manière d'aborder les mathématiques (au niveau de la discipline). Une tension spécifique est relevée entre une orientation procédurale et une visée de compréhension plus profonde (Newton & Newton, 2006). Dans des travaux menés en Chine, des propositions d'analyse quantitative sont même formulées, concernant ce que l'on peut appeler la complexité d'un manuel de mathématiques pour le premier degré. Kongxiu, Xinrong, Qingyou, et Naiqing (2011) définissent numériquement le degré de complexité d'un manuel, qui prend en compte l'étendue de son contenu, la profondeur du dit contenu et le degré de complexité des exercices. Les auteurs réalisent une analyse comparative de 12 manuels provenant de 10 pays. Au final, le manuel ayant le plus fort degré de complexité est le manuel français *La clé des maths* (Belin).
- Des analyses portant sur des thèmes non directement liés aux mathématiques : par exemple, des questions de genre et d'images respectives de filles et des garçons véhiculées par les manuels (Tang, Chen & Zhang, 2010). Ces auteurs comparent des manuels publiés en 2000 et en 2010 en Chine, en analysant les stéréotypes qui peuvent y apparaître, en ce qui concerne le genre. Ils montrent des évolutions positives, avec une réduction de ces stéréotypes ; néanmoins, ceux-ci sont toujours présents, ce qui conduit les chercheurs à formuler des recommandations pour les auteurs de manuels.

Les évolutions liées au numérique donnent lieu actuellement à de nombreuses recherches (déjà évoquées par Gray en 1990). Nous considérons ci-dessous des travaux concernant le manuel numérique, sans nous restreindre uniquement au primaire cette fois, car les travaux sont à l'heure actuelle encore peu nombreux.

Le manuel numérique : vers un système de ressources interactives

Des recherches sur les manuels numériques existent depuis 2005 environ, mais elles sont encore peu nombreuses. De plus, les articles existants témoignent d'importantes évolutions en cours ; la situation est très loin d'être stabilisée !

Comme le montre bien Gould (2011), la première génération de manuels numériques peut être vue comme des manuels de type traditionnel, sur un support numérique : le changement reste superficiel. Il ne s'agit pas de simples fichiers au format pdf mais la structure reste linéaire. L'utilisateur est dans une posture de lecteur/observateur ; on a simplement changé la nature du

support, et éventuellement ajouté quelques animations. Ainsi, au Mexique, dès 2005, le projet *Enciclomedia* visait à fournir aux enseignants un manuel en ligne, comportant des exercices interactifs (Trigueros & Lozano, 2012). Le manuel en ligne était issu d'une transposition directe d'un manuel papier, dont il conservait la structure. Il était complété par de petits logiciels *ad hoc* proposant aux élèves certaines activités de simulation et des exercices interactifs. Du point de vue d'un professeur utilisateur, *Enciclomedia* n'offre pas de personnalisation possible, en tout cas pas plus qu'un manuel papier.

Comme le souligne Gould (2011), dans un certain nombre de ces manuels numériques de première génération, il semble même que l'observation d'une animation, d'une vidéo, soit confondue avec l'interactivité. Un tel manuel numérique n'induit naturellement que peu de changements par rapport à un manuel papier.

Cette dimension importante d'interactivité est prise en compte dans les travaux de recherche et de développement autour du logiciel *Cabri-Elem* (Laborde & Laborde, 2011 ; Mackrell, Maschietto & Soury-Lavergne, 2013). Ce logiciel permet la création — par des experts — de « e-textbooks » à destination des enseignants. Il ne s'agit toutefois pas de manuels numériques couvrant l'intégralité d'un niveau scolaire, mais plutôt de « cahiers interactifs » correspondant à un thème mathématique circonscrit. De tels cahiers ont été développés par exemple pour le cycle 2 et le cycle 3, autour du logiciel « e-pascaline », pour travailler la numération entière (Maschietto & Soury-Lavergne, 2013). Ils contiennent un ensemble d'exercices interactifs organisés selon une progression réfléchie et complétés par des éléments à destination des professeurs à propos des objectifs des tâches proposées et des gestions de classe possibles. Dans certains cas, le professeur peut paramétrer les exercices en fonction de ses élèves et des objectifs qu'il/elle poursuit. Cette modalité montre une exploitation des potentialités du numérique qui dépasse la simple mise au format numérique d'un livre. Tout usage de manuel, nous le redisons largement dans la suite, entraîne une modification, une adaptation par le professeur du contenu. Le manuel numérique peut d'emblée incorporer plusieurs propositions, des variantes, des personnalisations possibles pour le professeur comme pour l'élève. Si on considère le cas de *Cabri-Elem*, dans le cahier « nombre de clics » associé à la « e-pascaline », l'enseignant choisit des valeurs numériques qu'il souhaite entrer comme paramètres et une rétroaction du logiciel l'informe sur le coût des procédures en fonction des valeurs qu'il a choisies. Cela peut permettre aux professeurs de s'assurer de la pertinence de leurs choix de paramétrage. Selon la perspective d'approche documentaire, dans l'interaction avec une telle ressource, le professeur est clairement placé en position de concepteur. Cependant, dans le cas de *Cabri-Elem*, les ressources existantes correspondent à un grain fin : une thématique mathématique circonscrite, elles ne peuvent pas être considérées comme un manuel.

La Corée du Sud est pionnière dans le développement de manuels numériques. Des moyens importants ont été consacrés au développement de manuels, pensés d'emblée comme des systèmes de ressources largement adaptables par leurs utilisateurs (figure 3).

Ainsi, le manuel numérique de deuxième génération devient un système associant des supports divers et surtout permettant des interprétations et adaptations multiples (Pepin, Gueudet, Yerushalmy, Trouche & Chazan, 2015) : il peut être largement personnalisé par les professeurs et il offre la possibilité de construire différentes trajectoires d'apprentissage (éventuellement, construites par l'élève lui-même).

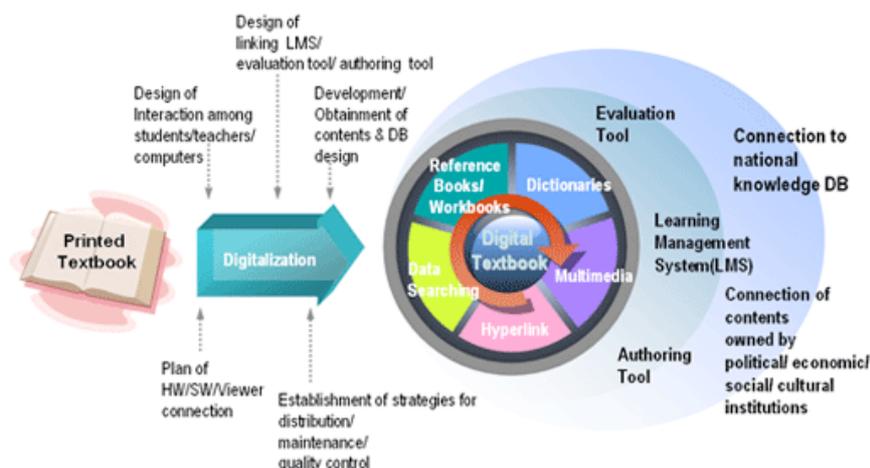


Figure 3 : Le manuel numérique comme système de ressources, en Corée du Sud
http://www.edunet4u.net/engedunet/bs_01_02.html (source KEIRIS, 2007)

Ces nouvelles caractéristiques induisent des modifications profondes, et amènent des questions complexes sur ce que peut être la qualité et la cohérence d'un support conçu comme un réseau offrant de multiples possibilités. Ainsi, l'étude ICMI 22 (« Task design ») proposait la question suivante (Margolinas, 2013, p. 19) :

De quelle manière les formats numériques influencent-ils la conception de manuels : par exemple l'emploi de podcasts, de twitter et d'autres média sociaux ; quelles conséquences pour la conception, et pour la cohérence des supports, si les professeurs peuvent choisir l'ordre des tâches proposées ?

Les réponses à cette question sont en cours d'étude. De plus, les supports offerts continuent d'évoluer rapidement. Concevoir un enseignement à partir d'un manuel numérique demande probablement au professeur une expertise spécifique pour maintenir la cohérence de ce qui est proposé aux élèves. Plus encore que pour un manuel papier, le manuel numérique ne peut être considéré indépendamment de ses usages.

Usages du manuel et développement professionnel

À propos des usages du manuel, nous relevons dans la littérature une tension paradoxale. D'une part, des experts conçoivent des manuels, visant une qualité mathématique et didactique élevée (par exemple en Corée, (Bae, Sihn, Park & Park, 2008). L'objectif est alors que le professeur « suive » le manuel ; c'est-à-dire qu'il fasse en classe un enseignement tel qu'attendu par les auteurs du manuel, et même au-delà que le manuel contribue à sa formation. Ainsi, des manuels ont été conçus, notamment aux États-Unis, comme vecteurs de l'implémentation de réformes curriculaires (Ball & Cohen, 1996). Dans le même temps, le fait qu'un professeur soit trop dépendant du manuel pour son enseignement (Ball & Feiman-Nemser, 1988) est connoté négativement. Gould (2011) cite même une recommandation formulée aux Fidji à destination des professeurs des écoles : « *Soyez innovants dans votre travail, et ne vous reposez pas tant sur les manuels !* ». Comme on peut se le représenter, des auteurs qui ont passé beaucoup de temps à concevoir un manuel souhaitent très probablement qu'il soit suivi par les professeurs ; leurs attentes ne portent donc pas sur l'inventivité. Ce paradoxe renforce encore la nécessité de s'intéresser aux usages effectifs des manuels par les professeurs.

On peut faire l'hypothèse que ces usages vont évoluer au fil de la carrière, et que l'expérience professionnelle est un facteur important pour les usages de manuels. Nicol et Crespo (2006) étudient le cas de quatre professeurs des écoles débutants (en formation initiale à l'université et partiellement sur le terrain). En début de formation, tous les quatre partagent des *a priori* assez négatifs sur le manuel comme ressource : idéalement, le professeur « conçoit » par lui-même. La

formation à l'université les amène à découvrir qu'il y a dans les manuels des situations, des propositions intéressantes. Dans leurs classes, ils gardent en commun le fait de suivre la progression proposée par le manuel. Construire par soi-même une progression nécessite sans doute une certaine expérience ; pour cette activité particulière, le manuel constitue pour eux une ressource particulièrement utile. Pour les contenus, en revanche, les quatre étudiants font des choix très différents. Un des étudiants reste très proche des propositions du manuel : en effet, il est attaché à une présentation de procédures et de méthodes en mathématiques, ce qui est le choix fait par le manuel qu'il a retenu et qui, en conséquence, lui convient. Deux étudiantes effectuent des adaptations, sans trop s'éloigner des contenus du manuel ; une dernière n'utilise le manuel que comme source d'inspiration pour créer ses propres contenus. Pour tous les quatre, le manuel a été pendant leur stage en classe associé à de nombreuses questions professionnelles : pourquoi faire le choix d'enseigner tel ou tel contenu ? Comment tenir compte des spécificités des élèves, alors qu'on ne dispose que d'un seul manuel ?

Au-delà du cas d'enseignants débutants, les recherches montrent d'une part que le manuel contribue largement au développement professionnel des professeurs et d'autre part que les usages du manuel par le professeur dépendent largement de ses pratiques habituelles et convictions professionnelles. Remillard (2010) a ainsi suivi les usages en classe du manuel *Investigations in Numbers, Data, and Space* produit en 1998 par un groupe d'experts aux États-Unis dans un contexte de réformes. Pendant deux années, elle a en particulier observé avec son équipe les usages de ce manuel par quatorze professeurs. Ses analyses montrent que ces usages dépendent largement des pratiques habituelles des professeurs mais aussi de leurs habitudes d'emploi d'un manuel, ce que Remillard nomme « le mode d'engagement » d'un professeur avec un manuel. Elle donne des exemples illustratifs de ces différents modes :

- *Jackson* lit les fiches élèves dans le manuel, regarde la structure globale. Sa progression sur l'année ne change pas, il donne des photocopies des fiches aux élèves ;
- *Helen* lit le scénario préconisé dans le guide du maître et l'applique ;
- *Rachel* recherche des activités intéressantes, les adapte, crée ses propres situations.

Des évolutions du mode d'engagement avec les manuels et des pratiques de classe sont certes possibles, mais sur une durée longue ; certaines évolutions de ce type commencent à apparaître en fin de suivi, au terme des deux années.

L'influence des convictions concernant l'enseignement des mathématiques des enseignants du premier degré sur leurs usages de manuels a fait l'objet de nombreux travaux. Jamieson-Proctor et Byrne (2008), en suivant trente-quatre professeurs dans deux écoles en Australie, ont obtenu des résultats qui complètent les types de constats évoqués ci-dessus (par exemple, dans les travaux de Remillard). Ils montrent, en particulier, qu'il y a une nette influence de l'établissement sur les usages de manuels. Il s'agit principalement du fait d'utiliser ou non le manuel, qui est plus ou moins bien considéré selon l'établissement. En utilisant les résultats de cette étude et les concepts introduits par Remillard, on peut supposer que le développement du « mode d'engagement » est en partie collectif, au sein du groupe des professeurs d'un établissement.

A la fin de la section précédente, nous notions que les potentialités d'adaptations offertes par les manuels numériques amenaient un questionnement renouvelé des usages de manuels par les professeurs. Le manuel numérique, plus encore que le manuel papier, permet aux professeurs de faire des choix. Par ailleurs, dans le cas d'un manuel numérique conçu comme un ensemble de briques en réseau offrant divers parcours possibles, la cohérence de la construction d'un enseignement repose uniquement sur le professeur. Sa responsabilité est donc accrue par rapport au cas d'un manuel traditionnel. Ainsi, le paradoxe cité au début de cette section ne se présente pas, avec ce type de manuel numérique : il n'est pas possible de « suivre » un manuel numérique, pas plus qu'on ne « suit » l'ensemble des ingrédients en l'absence d'une recette de cuisine.

Conception de ressources par et pour les professeurs : diffusion des résultats de la recherche et recherches sur la diffusion

Les travaux sur la diffusion de ressources, issues ou non de la recherche, sont de plus en plus nombreux ces dernières années en France (Sensevy, 2010 ; Georget, 2009). Leur point commun est de considérer le professeur comme concepteur des ressources. La plupart d'entre eux envisagent par ailleurs ce travail de conception au sein d'un collectif associant professeurs, formateurs, chercheurs ; collectif vu comme une communauté de pratique (Wenger, 1998).

Dans cette partie, nous allons nous appuyer sur cinq recherches récentes, menées en France, portant sur les ressources pour les professeurs des écoles en mathématiques et leur diffusion : les travaux de l'équipe DéMathE⁶ (Margolinas & Wozniak, 2009, 2010), le travail de thèse de Tempier (2013), les travaux sur l'enseignement de la géométrie mené à l'IUFM Nord-Pas-de-Calais (Mangiante-Orsola, 2011 ; Mangiante-Orsola & Perrin-Glorian, 2014 ; Mangiante-Orsola & Leclercq, 2014), les travaux du groupe de recherche MARENE⁷ (Besnier & Bueno-Ravel, 2014 ; Gueudet, Bueno-Ravel & Poisard, 2014 ; Besnier, Bueno-Ravel, Gueudet & Poisard, 2015) ainsi que ceux du projet Intergeo⁸ (Soury-Lavergne, Jahn & Trgalová, 2010 ; Trgalová, Jahn & Soury-Lavergne, 2010 ; Trgalová & Jahn, 2013).

Le travail documentaire du professeur : le professeur-concepteur

L'équipe DéMathE a eu pour objectif depuis le début de son fonctionnement (en 2003) de produire des ressources pour les professeurs leur permettant de faire des choix mathématiquement et didactiquement éclairés pour leur enseignement de mathématiques. Le premier travail de cette équipe a été de conduire une enquête sur la place de la documentation mathématique dans le travail des professeurs des écoles (Margolinas & al., 2009, 2010) auprès de onze enseignants. Les résultats obtenus, en écho à ceux présentés en partie « *Usages du manuel et développement professionnel* », montrent une grande stabilité des pratiques de documentation de ces professeurs et l'existence d'un *document générateur*, central dans le travail de documentation. Ce *document générateur* peut être vu comme une ressource « phare » parmi les diverses ressources consultées par les professeurs. Margolinas et Wozniak ont montré que ce *document générateur* fait l'objet d'un important travail d'appropriation par les professeurs, qui construisent des fiches élèves dactylographiées à l'ordinateur, du matériel associé, des progressions-programmation adaptées à leur classe. Ce travail d'appropriation et d'usage du *document générateur* nécessite un temps long et semble jouer un rôle essentiel dans le développement des connaissances professionnelles des professeurs. Ces auteures précisent également que ce *document générateur* est, la plupart du temps, choisi très tôt dans la carrière des professeurs, éventuellement lors de leur formation initiale. Ce constat amène à s'interroger sur les ressources et le travail sur les ressources proposé en formation initiale auprès des étudiants se destinant au métier de professeur des écoles. En effet, ce choix de ressources semble avoir un impact non négligeable sur le travail de documentation des professeurs par la suite. Enfin, Margolinas et al. expliquent que ce sont les difficultés récurrentes et résistantes des élèves qui amènent les professeurs à apporter des modifications à leur *document générateur* ; le travail de documentation montrant ainsi son importance dans le développement des connaissances professionnelles des professeurs (concernant ici la prise en compte des procédures des élèves).

Des exemples de l'ampleur du travail des enseignants autour de leur *document générateur* se

⁶ DéMathE : Développement des Mathématiques à l'École ;

http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/archives/equipes_associees/demathe (consulté le 12 septembre 2014).

⁷ MARENE : MAllette de REssources pour le Numérique à l'École ;

http://python.espe-bretagne.fr/blog-gri-recherche/?page_id=201 (consulté le 12 septembre 2014).

⁸ Intergeo : Géométrie Interopérable et Interactive pour l'Europe ; <http://i2geo.net/> (consulté le 12 septembre 2014).

trouvent facilement en ligne. Par exemple, en cherchant sur Internet comment mettre en œuvre des séquences à partir du manuel ERMEL CP ou CE1, on peut consulter plusieurs sites du même type que celui-ci⁹ :

The screenshot shows a website titled 'Erme1 CE1' with a navigation menu on the left and a main content area on the right. The left menu includes 'Présentation' with a cartoon character, a paragraph of text, and a 'me contacter' button. The main content area lists resources for 'niveau 1' and 'niveau 2', including 'progression', 'exercices', and 'évaluation' with page counts. It also features a section for 'Ressources pour la fin du CE1 avec la famille Mathador'.

Figure 4 : Copie d'écran d'un site de professeur des écoles mettant à disposition des documents professionnels personnels

Comme nous pouvons le voir, les manuels ERMEL CP et CE1 ont fait l'objet d'un travail important d'adaptation : proposition d'une progression dactylographiée, conception de nombreuses fiches d'exercices et d'évaluation en lien avec les situations proposées dans le manuel. La présentation proposée par le professeur dans le bandeau de gauche montre qu'il souhaite échanger avec des collègues sur son travail. Il serait intéressant de savoir si d'autres professeurs ont utilisé le travail mis en ligne par ce professeur et comment ils l'ont utilisé (de façon « clé en main » ou en le réadaptant à leur contexte d'exercice). Nous pouvons tout de même nous questionner sur les possibilités de diffusion d'un tel travail : le temps nécessaire pour prendre connaissance de l'ensemble des documents est très long et il semble nécessaire également de bien connaître le manuel ERMEL afin de mettre en place les situations proposées dans la progression. Par ailleurs, pour un professeur « tombant » sur ce site lors de recherches sur Internet, il n'existe pas de moyens simples de se faire un avis sur la qualité de cette ressource, si ce n'est en prendre connaissance et l'analyser au regard de ses connaissances professionnelles.

Or les travaux précédents ont montré que l'habitude de porter un regard critique sur les manuels (ou les ressources au sens plus large) est une composante importante de la professionnalité qui n'est pas prise en charge par la profession de façon collective, notamment dans la formation. Porter un regard critique sur les ressources semble d'autant plus important qu'un professeur, dans son travail de documentation, combine différentes ressources, en y ajoutant également des modifications. Mais ces ressources sont initialement conçues à partir de choix mathématiques et didactiques souvent différents et qui restent la plupart du temps opaques pour les utilisateurs de ces ressources. Se pose alors la question de la cohérence mathématique et didactique de la ressource construite par les professeurs, comme l'ont souligné Margolinas et al. (2009, 2010). Partant de ce constat, elles ont identifié des *ressources manquantes* (Chevallard & Cirade, 2010) : il s'agit de ressources à destination des professeurs pour leur permettre d'effectuer un contrôle épistémologique des ressources qu'ils conçoivent. Ce choix de développer un esprit critique sur les ressources a été central dans la conception des ressources de l'équipe DéMathE. Toutefois, des recherches devraient

⁹ <http://www.jardinalyisse.com/ermel-ce1-a3093334> (site consulté le 12 septembre 2014).

maintenant s'intéresser à la question de l'appropriation par les professeurs de ces *ressources manquantes* et l'impact de leur utilisation sur l'évolution de la qualité des ressources construites par ces derniers.

Diffusion des résultats de la recherche : travail de conception et développement professionnel

Les travaux de l'équipe DéMathE sont centrés sur la conception de ressources pour les professeurs à partir d'une enquête sur les usages faits par ces derniers de la documentation scolaire existante. Mais la question de la diffusion des ressources n'a pas, à notre connaissance, été abordée par cette équipe.

Étudier la question de la diffusion des ressources ne peut se faire sans prendre en compte la conception des ressources, leurs usages ainsi que les questions liées au développement professionnel des professeurs qui les conçoivent et/ou les utilisent. La figure 1, présentée p. 73, montre en effet que ces trois champs de questionnement sur les ressources sont étroitement liés (voir figure 1).

Tempier (2010, 2013) s'intéresse au mode de conception des ressources ainsi qu'à la définition de leurs contenus, en prenant comme exemple le sujet de l'enseignement de la numération décimale de position à l'école primaire. La méthodologie générale de conception de ressources qu'il a développée s'appuie sur la méthodologie d'« *ingénierie didactique pour le développement d'une ressource et la formation des enseignants* » (Perrin-Glorian, 2011) et s'articule autour de trois points centraux :

- l'appui sur des résultats de recherche concernant l'enseignement-apprentissage de la numération et notamment des situations fondamentales (Brousseau, 1995) ;
- la mise en œuvre de cycles de développement par le biais d'allers et retours entre conception et mise à l'épreuve en classe ;
- la collaboration entre chercheurs et enseignants.

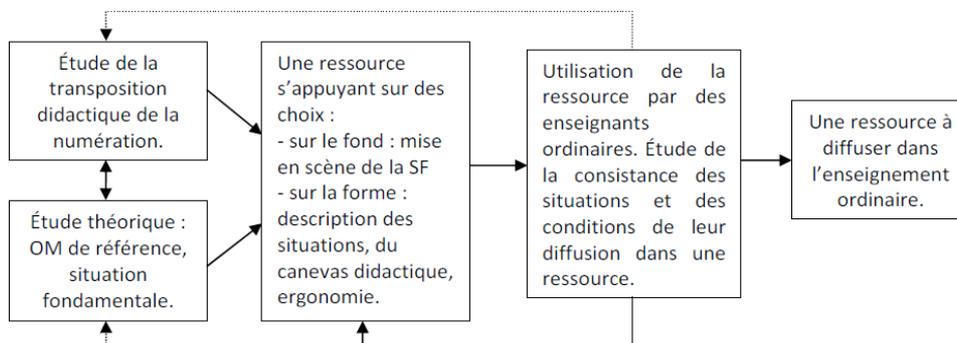


Figure 5 : Méthodologie générale de conception de ressources utilisée par Tempier (2013, p. 199)

Pour concevoir le contenu de la ressource¹⁰ sur l'enseignement de la numération décimale à l'école primaire, Tempier (2013) a identifié les conditions que cette ressource devait vérifier pour qu'elle puisse servir aux enseignants et les aider à améliorer leur enseignement de la numération. Partant du constat que les usages et adaptations de la ressource proposée seront variés, il pointe six conditions à prendre en compte pour élaborer son contenu :

- identifier clairement les enjeux de savoirs traités ;
- rendre visibles les choix effectués par les auteurs de la ressource ;
- proposer une progression s'appuyant sur une variation des situations fondamentales

¹⁰ <http://numerationdecimale.free.fr/> (ressource disponible librement).

- principales présentes dans la ressource ;
- proposer aux enseignants des exercices d'entraînement, d'évaluation ainsi que des aides pour l'institutionnalisation ;
 - expliquer la place du matériel dans les situations ;
 - indiquer quels sont les prolongements possibles des situations proposées, ainsi que leurs liens avec le reste du programme d'enseignement.

Ces résultats ne nous semblent pas spécifiques du cas de l'enseignement de la numération décimale de position à l'école. La méthodologie générale de conception de ressources qu'il propose ainsi que les conditions permettant d'élaborer le contenu de ressources peuvent servir de guide pour concevoir des ressources dans d'autres domaines de l'enseignement des mathématiques à l'école.

Les travaux de Tempier n'ont pas, pour le moment, traité de la diffusion effective de la ressource produite dans un cadre de recherche, à plus large échelle, en dehors du cercle des enseignants ayant participé au projet de conception. La difficulté de diffusion d'un tel type de ressource est aujourd'hui encore problématique. Mangiante-Orsola (2011), dont les travaux portent sur la question de l'amélioration de la diffusion des situations issues de la recherche dans l'enseignement ordinaire, a conçu un dispositif de formation continue pour favoriser chez les enseignants l'appropriation de ces ressources. Ce dispositif de formation repose sur un processus de conception de ressources propre à chaque enseignant à partir de la ressource issue de la recherche mise à leur disposition (Mangiante-Orsola & Perrin-Glorian, 2014). Ce dispositif nous paraît intéressant à développer et à étudier car il prend en compte de façon explicite la position du professeur-concepteur dans le travail de documentation des enseignants. L'auteure pointe également que ce type de dispositif permet d'adapter les ressources issues de la recherche aux contraintes effectives des pratiques des enseignants et leur laissant les marges de manœuvre nécessaires au processus d'appropriation des ressources (Georget, 2009).

Un autre axe pour aborder la question de la diffusion des ressources est de s'intéresser aux usages des ressources par les enseignants sur un temps long, comme cela est fait dans le groupe de recherche MARENE. Dans le cadre du projet « Mallette de ressources mathématiques pour l'école, cycle 1 - cycle 2 », piloté par la DGESCO et associant l'IFE¹¹, la COPIRELEM¹² et le CREAD¹³, le groupe MARENE a développé des ressources pour intégrer des logiciels dans l'enseignement des mathématiques en moyenne et grande section de maternelle. Comme dans le travail de Tempier (2013), le groupe MARENE travaille à la conception de ressources en associant des chercheurs, des formateurs et des enseignants. Le contenu des ressources est également élaboré en prenant appui sur des résultats de recherche. Par exemple, les logiciels conçus par le groupe proposent tous une personnalisation du parcours des élèves et un accès à leurs résultats, donnent la possibilité de faire de nombreux essais, valident les réponses des élèves et permettent aux enseignants d'articuler le logiciel avec du matériel pédagogique associé. Bueno-Ravel et Gueudet (2009) ont montré que ces éléments favorisaient l'intégration d'un logiciel dans les pratiques effectives des enseignants.

¹¹ IFE : Institut Français de l'Éducation.

¹² COPIRELEM : COMmission Permanente des IREM sur l'Enseignement Élémentaire.

¹³ CREAD : Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (EA 3875).

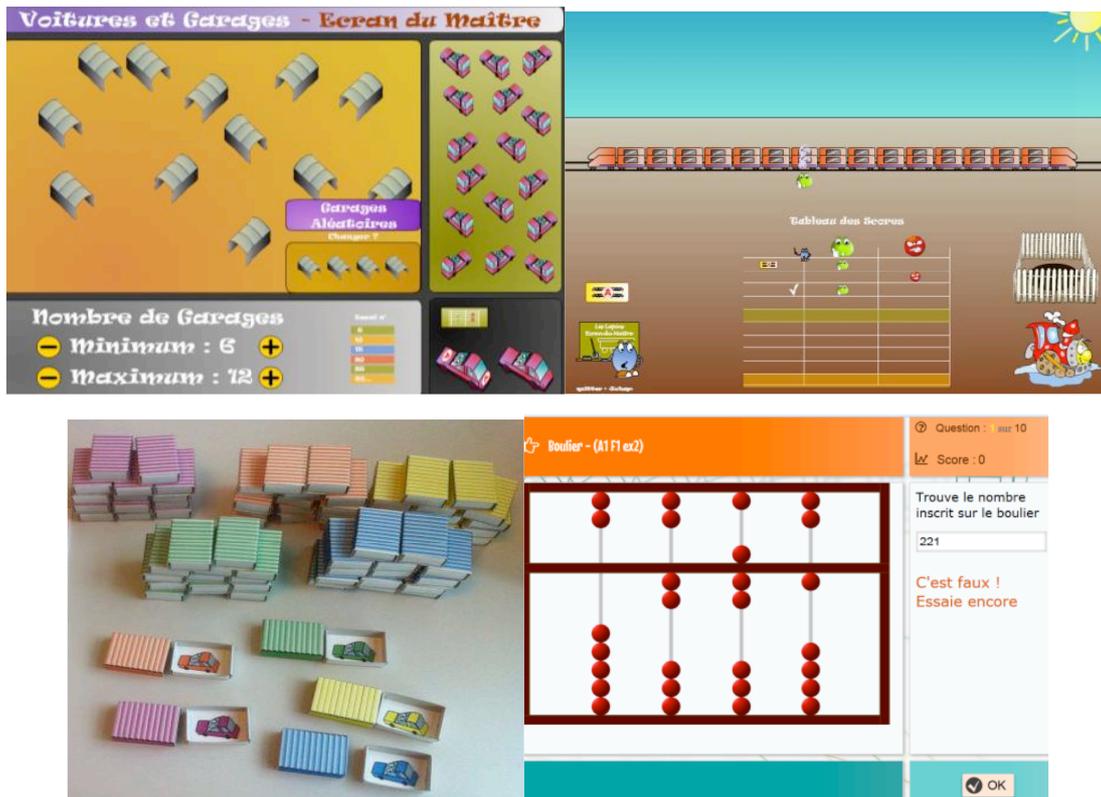


Figure 6 : Extraits de ressources produites par le groupe MARENE : des logiciels paramétrables par l'enseignant (en haut à gauche), permettant à l'élève de faire de multiples essais (en haut à droite), associé à du matériel manipulable (en bas à gauche) et validant la réponse de l'élève (en bas à droite)

Les ressources produites par le groupe MARENE se composent toutes d'un logiciel, d'un tutoriel, d'un guide pour l'enseignant et de fiches pour les élèves. L'usage de ces ressources par les enseignants participant au groupe a été suivi et analysé. Gueudet, Bueno-Ravel et Poisard (2013) ainsi que Besnier et Bueno-Ravel (2014) ont montré, d'une part, que les ressources sont d'autant plus facilement intégrées par les enseignants dans leur enseignement que celles-ci pouvaient s'insérer facilement dans le format d'activité (Ruthven, 2010) habituel du professeur. D'autre part, leurs travaux soulignent que les possibilités offertes pour gérer l'hétérogénéité des élèves est un élément favorisant l'intégration d'une ressource à l'école maternelle. Enfin, leur suivi sur deux à trois ans des usages des ressources du groupe par les enseignants participant au groupe MARENE montrent que le processus d'appropriation des ressources est long, les ressources évoluant d'année en année parallèlement au développement des connaissances professionnelles des enseignants. Des travaux restent cependant à mener pour étudier les usages sur un temps long des ressources issues du travail du groupe MARENE par des enseignants n'étant pas impliqués dans ce groupe.

Diffusion de ressources : la question de la qualité

Dans les travaux cités précédemment, les questions de conception, d'usage et de diffusion des ressources étaient centrales mais la question de la qualité des ressources n'était que peu abordée. Ceci est sans doute lié au fait que les contenus des ressources produites s'appuyaient sur des résultats issus de recherche en didactique des mathématiques. Il n'existe à notre connaissance que peu de travaux en didactique des mathématiques en France qui portent sur la qualité des ressources, hors manuels scolaires. Besnier, Bueno-Ravel, Gueudet et Poisard (2015) proposent une grille

standardisée devant permettre l'évaluation de ressources informatisées. Cependant, le suivi de l'utilisation de cette grille n'a pas été fait à grande échelle et elles soulignent que « *l'emploi de grilles standardisées [est] considéré comme un exercice difficile, de nombreuses catégories [d'une grille] ne s'appliquant pas dans les cas particuliers.* ». Dans le cadre du projet Intergeo, une recherche sur un modèle d'amélioration de la qualité des ressources par une évaluation entre pairs a été menée sur plusieurs années (Soury-Lavergne, Jahn & Trgalová, 2010 ; Trgalová & Jahn, 2013). Partant du constat qu'il existait, d'une part, une profusion de ressources (de qualité inégale) pour l'enseignement de la géométrie avec des logiciels de géométrie dynamique et que, d'autre part, l'intégration des logiciels de géométrie dynamique dans les pratiques effectives restait un point problématique, le projet a pointé la nécessité de développer des outils d'indexation des ressources ainsi que des outils d'évaluation de leur qualité. Dans le cadre de ce projet, Soury-Lavergne, Jahn et Trgalová ont développé un questionnaire comprenant 9 indicateurs et regroupant 59 questions (prenant notamment en compte les aspects mathématiques, la valeur ajoutée de la géométrie dynamique, l'implémentation didactique prévue, l'intégration dans une séquence d'enseignement). Enfin le questionnaire est associé à un principe d'évaluation entre pairs : tout utilisateur d'une ressource prise sur la plate-forme étant invité à remplir le questionnaire d'évaluation qui est alors consultable par les auteurs de la ressource qui eux, sont invités à modifier la ressource qu'ils ont déposée sur la plate-forme Intergeo en fonction des retours reçus. Les recherches menées par ces auteurs sur ce processus d'évaluation ont montré clairement les difficultés à faire vivre et partager un tel dispositif destiné à améliorer la qualité des ressources disponibles sur la plate-forme Intergeo. Tout d'abord, si la plate-forme de dépôt de ressources fonctionne bien (3786 dépôts au 14 juin 2014), le nombre de ressources évaluées reste faible (environ 180 ressources seulement avaient été évaluées à la même date). Par ailleurs, ces auteurs ont montré que, d'une part, les évaluations faites étaient souvent incomplètes et que, d'autre part, les ressources évaluées restaient majoritairement non modifiées. Elles constatent que l'usage des ressources Intergeo par des membres non impliqués dans le projet de recherche ne donne pas les résultats attendus en termes d'évolution des pratiques des enseignants et d'amélioration de la qualité des ressources.

Cependant, l'intérêt de l'évaluation entre pairs semble être compris et partagé pour les enseignants fortement impliqués dans le projet ainsi que pour les enseignants ayant suivi des formations conçues, pour une ressource donnée, autour du questionnaire d'évaluation articulé avec une analyse a priori de la ressource, suivie d'une expérimentation en classe et d'une analyse a posteriori. Pour ces enseignants, des évolutions de pratiques concernant l'utilisation des logiciels de géométrie dynamique sont constatées.

Ces résultats sont importants car ils montrent que la diffusion de ressources sans avoir pensé un accompagnement de ces ressources par de la formation ne permet pas, ou difficilement, leur appropriation par les enseignants.

Ressources pour la formation

Tous les travaux que nous avons cités ci-dessus s'accordent à faire le constat que, quelle que soit la qualité des ressources proposées, il y a toujours une interprétation/appropriation par le professeur qui les utilise. Les ressources numériques (manuel numérique notamment) qui n'ont pas une structure linéaire demandent un travail documentaire qui inclut nécessairement la construction d'une progression cohérente — voire de progressions différenciées —, et donc requièrent une expertise de l'enseignant, peut-être encore plus importante que les ressources papier. Les travaux menés dans le cadre de l'approche documentaire ont largement montré que l'idée de ressources « clef en main » que le professeur va appliquer telles quelles ne correspond pas à la réalité du travail enseignant.

Le foisonnement de ressources, numériques en particulier, nécessite bien un développement et non une réduction de la formation initiale et continue !

L'existence de ressources numériques ne supprime pas les nécessités de formation ; en revanche elle peut offrir pour cette formation de nouvelles pistes et nouveaux moyens. Là encore, il est essentiel que la recherche en didactique se saisisse de cet enjeu, et étudie les possibilités et les limites du recours à des ressources numériques pour la formation. Cet enjeu est très présent dans le contexte institutionnel actuel, avec en particulier les parcours de formation offerts sur la plate-forme M@gistère.

Les recherches concernant M@gistère et son impact sont encore embryonnaires. En revanche, le programme Pairform@nce qui l'avait précédé et qui suivait des principes similaires a donné lieu à de nombreux travaux (Gueudet, Sacristan, Soury-Lavergne & Trouche, 2012), dont les résultats peuvent éclairer utilement les choix faits dans M@gistère.

- La modalité de formation qui était retenue dans Pairform@nce, et qui intervient également dans M@gistère, est potentiellement très intéressante : conception de séances à tester en classe, à discuter en équipe. Le professeur est ainsi placé comme concepteur, lors de la formation. Il faut en conséquence être attentif, dans la conception et la mise en œuvre de la formation, à faire en sorte que le professeur soit bien dans cette position de concepteur responsable.
- La formation peut être en partie à distance ; mais les temps en présence restent essentiels, surtout pour mettre en place un travail collaboratif. Actuellement, des évolutions sont en cours, avec les MOOCs (*Massive Open Online Courses*) en particulier. Les participants inscrits (librement) à ces cours à distance s'engagent pour certains dans une vraie collaboration. En France, en mathématiques, le MOOC eFAN Maths (Enseigner et Former avec le Numérique en Mathématiques, début le 17 novembre 2014) propose une tentative en ce sens, concernant aussi le premier degré.
- Un parcours de formation n'est pas conçu une fois pour toutes. Il doit être régulièrement mis à jour, enrichi par les expériences des formateurs qui l'utilisent en particulier. Mais divers formateurs peuvent faire des propositions différentes, plus ou moins pertinentes ; il faut donc un travail permanent d'édition du parcours, pour intégrer les propositions allant dans le sens d'une amélioration. Qui assure ce suivi ?
- L'appropriation d'un parcours de formation par des formateurs qui ne l'ont pas conçu est très difficile pour différentes raisons :
 - un parcours est une ressource complexe, en prendre connaissance est très long ;
 - certains choix didactiques sont très personnels, issus des pratiques et convictions du/des concepteurs. Ils peuvent ne pas être partagés ;
 - existe-t-il vraiment un gain (de temps ? de qualité ?) lorsqu'on utilise un parcours déjà conçu, par rapport à la conception d'une formation ?

Ce dernier point semble bien avoir été pris en compte dans M@gistère, avec le « guide du formateur » qui accompagne chaque parcours. Néanmoins, ce guide reste une ressource supplémentaire dont le formateur doit prendre connaissance et qui ne peut pas décrire dans tout son détail la formation à proposer. Une piste qui a été tentée dans différents pays consiste faire suivre aux futurs formateurs, en tant que stagiaires, une formation construite selon le parcours. Ils peuvent de cette manière se l'approprier, avant de le mettre en place eux-mêmes pour des stagiaires qui pourront devenir formateurs, *etc.* Cette organisation est appelée « cascade training » dans les pays anglo-saxons. Mais les évaluations de ce modèle sont plutôt négatives (Mc Namara, Jaworski, Rowland, Hodgen & Prestage, 2002). En effet, à chaque nouvelle étape une déperdition se fait par rapport à la formation initialement conçue, et dès la deuxième étape il est possible que les objectifs principaux soient sensiblement modifiés.

Les évolutions rapides des contextes d'exercice du métier des professeurs des écoles et de leurs formateurs, en ce qui concerne les ressources disponibles en mathématiques (développement de l'offre de ressources numériques, modalités de formation hybride, MOOC, *etc.*) nécessitent d'être accompagnées par la recherche.

Perspectives

Nous avons fait le choix d'approfondir des directions particulières de questionnement sur les ressources et leurs usages. En dépit de ce choix restrictif, nous avons examiné de nombreux travaux effectués en France et internationalement. Nous indiquons maintenant quelques perspectives que nous retenons à la suite de cette synthèse.

En ce qui concerne le manuel scolaire, il apparaît clairement que des évolutions majeures sont en cours, liées au numérique, qui modifient non seulement la nature du manuel mais son processus de conception, et naturellement ses usages. Des recherches concernant ces évolutions se développent actuellement. Cependant du point de vue de la recherche, l'un des impacts du manuel numérique est également un intérêt renouvelé pour le manuel en général, y compris le manuel papier. Il en résulte un grand nombre de travaux internationaux, et un challenge pour les chercheurs qui travaillent sur ce sujet, lié à la difficulté de prendre en compte ces travaux. Les ressources des chercheurs sont elles aussi foisonnantes !

Nous avons ensuite choisi d'aborder la question de la diffusion des ressources, sans nous restreindre au cas des manuels, numériques ou non. Les travaux menés en France actuellement sur ce sujet s'intéressent plus particulièrement à la diffusion de ressources issues de résultats de recherche. Ils pointent deux aspects importants du travail du professeur en interaction avec des ressources : celui du professeur-concepteur de ses propres ressources et celui du travail collaboratif. Ces recherches soulignent également les difficultés d'assurer une diffusion à large échelle de ces ressources issues de la recherche et de concevoir des dispositifs collaboratifs de diffusion de ressources prenant en charge un processus vertueux d'amélioration de la qualité des ressources partagées.

La production de ressources pour les formateurs peut alors apparaître comme une opportunité à saisir, pour la diffusion des résultats de recherche. Ainsi, le travail réalisé autour du MOOC eFAN Maths vise notamment à diffuser certains travaux réalisés dans des IREM. Ici, le biais que nous avons indiqué, de prise en main d'un parcours de formation potentiellement associé à des modifications sensibles n'existe pas, puisque ce sont les auteurs mêmes du MOOC qui vont accompagner la formation. Cependant, le nombre d'inscrits à un tel cours (plus de 2 500 inscrits pour eFAN Maths) fait reposer sa réussite sur des interactions entre pairs, ce qui repose différemment la question des modifications et interprétations des intentions des auteurs.

Références bibliographiques

- ADLER, J. (2000), Conceptualising resources as a theme for teacher education, *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205-224.
- ALAJMI, A. H. (2012), How do elementary textbooks address fractions? *Educational Studies in Mathematics*, 79, 239-261.
- BAE, J. S., SIHN, H. G., PARK, D. Y., & PARK, M. (2008), The reforms and characteristics of Korean elementary mathematics textbooks. Paper presented at the International Congress of Mathematical Education (ICME 11). Discussion Group 17: The changing nature and roles of mathematics textbooks: form, use, access: <http://dg.icme11.org/tsg/show/18>.
- BALL, D. L., & COHEN, D. (1996), Reform by the book: what is — or might be — the role of

- curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational Researcher*, 25(9), 6-8, 14.
- BALL, D. L., & FEIMAN-NEMSER, S. (1988), Using textbooks and teachers' guides: A dilemma for beginning teachers and teacher educators, *Curriculum Inquiry* 18, 401-423.
- BESNIER, S. & BUENO-RAVEL, L. (2014), Usage des technologies en mathématiques à l'école maternelle : le travail documentaire des enseignants, *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 8(1), 63-80.
- BESNIER, S., BUENO-RAVEL, L., GUEUDET, G. & POISARD, C. (2015), Conception et diffusion de ressources pour la classe issues de la recherche. L'exemple des apprentissages numériques à l'école, *Actes de la XVII^e école d'été de didactique des mathématiques*, 19-26, Nantes, août 2013.
- BEZOLD, A., & LADEL, S. (2013), Reasoning in primary mathematics - an ICT supported environment. CERME 8, Antalya, Turkey.
http://cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/WG13/WG13_Bezold_Ladel.pdf
- BROUSSEAU, G. (1995), Les mathématiques à l'école. *Bulletin de l'APMEP*, 400, 831-850.
- BUENO-RAVEL, L. & GUEUDET, G. (2009), Online resources in mathematics: teachers' geneses and didactical techniques. *International Journal of Computer and Mathematic Learning*, 14/1, 1-20.
- CHEVALLARD, Y. & CIRADE, G. (2010), Les ressources manquantes comme problème professionnel, in GUEUDET, G. & TROUCHE, L. (Eds) *Ressources vives, la documentation des professeurs en mathématiques*, 41-55. PUR, Rennes et INRP.
- DING, M. & LI, X. (2014), Transition from concrete to abstract representations: the distributive property in a Chinese textbook series. *Educational Studies in Mathematics*, 87(1), 103-121.
- FAN, L. (2013), Textbook research as scientific research: towards a common ground on issues and methods of research on mathematics textbooks. *ZDM - The International Journal of Research in Mathematics Education*, 45(5), 765-77.
- FAN, L., ZHU, Y. & MIAO, Z. (2013), Textbook research in mathematics education: development status and directions. *ZDM - The International Journal in Mathematics Education*, 45(5), 633-646.
- GEORGET, J. P. (2009), *Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants*. Thèse de doctorat, Université Diderot Paris 7. Paris : IREM de Paris 7.
- GOULD, P. (2011), Electronic Mathematics textbooks: old wine in new skins? *Proceedings of the 5th APEC-Tsukuba conference*, Japan.
http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2011/19-20/02_PeterGould-paper.pdf
- GRAY, E. (1990), The primary mathematics textbook: intermediary in the cycle of change. In D. L. PIMM, (Ed.), *Teaching and learning school mathematics*, 122-136. London: Hodder & Stoughton.
<http://www.tallfamily.co.uk/eddiegray/91a-ou-history-article.pdf>
- GUEUDET, G., BUENO-RAVEL, L. & POISARD, C. (2014), Teaching mathematics with technology at kindergarten: resources and orchestrations. In CLARK-WILSON, A., ROBUTTI, O., SINCLAIR, N. (Eds.) *The mathematics teacher in the digital era*, 213-240.

New York: Springer.

- GUEUDET, G., PEPIN, B., TROUCHE, L. (eds.) (2012), *From Text to "Lived" Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development*. New York: Springer.
- GUEUDET, G., SACRISTAN, A. I., SOURY-LAVERGNE, S. & TROUCHE, L. (2012), Online paths in mathematics teacher training: new resources and new skills for teacher educators, *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, 44 (6), 717-731.
- GUEUDET, G. & TROUCHE, L. (dir.) (2010), *Ressources vives, la documentation des professeurs en mathématiques*. PUR, Rennes et INRP.
- HAGGARTY, L., & PEPIN, B. (2002), An investigation of mathematics textbooks and their use in English, French and German Classrooms: who gets an opportunity to learn what? *British Educational Research Journal*, 28(4), 567-590.
- JAMIESON-PROCTOR, R. & BYRNE, C. (2008), Primary teacher's beliefs about the use of mathematics textbooks. In M. GOOS, R. BROWN, & K. MAKAR (Eds.) *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 295-302, Brisbane: MERGA.
- KONGXIU, K., XINRONG, Y., QINGYOU, C. & NAIQING, S. (2011), *An International Comparative Study on the Degree of Difficulty of Primary School Mathematics Textbooks*.
<http://www.statistics.gov.hk/wsc/CPS111-P6-S.pdf>
- LABORDE, C. & LABORDE, J. M. (2011), Interactivity in dynamic mathematics environments: what does that mean? *Conference ATCM*.
http://atcm.mathandtech.org/EP2011/invited_papers/3272011_19113.pdf.
- LEE, K. (2011), Elementary Teachers' Use of Mathematical Textbooks in Korea. *Proceedings of the 5th APEC-Tsukuba conference*, Japan.
http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2011/19-20/03_Kwang-HoLee-paper.pdf
- LEWIS, C., TSUCHIDA, I. & COLEMAN S. (2002), Creation of Japanese and U.S. Science Textbooks: Different Processes, Different Outcomes in GARY DECOKER (Ed.), *National Standards and School Reform in Japan and the United States*, New York: Teachers College Press.