

# Usages de ressources technologiques pour l'enseignement du nombre à l'école maternelle et développement professionnel des professeurs

---

▲ [www.adjectif.net/spip/spip.php](http://www.adjectif.net/spip/spip.php)



## **Pour citer cet article :**

Besnier Sylvaine (2016). Usages de ressources technologiques pour l'enseignement du nombre à l'école maternelle et développement professionnel des professeurs. *Adjectif.net* [En ligne] <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article415>

## **Résumé :**

Cet article présente une sélection de résultats d'une thèse en Sciences de l'Éducation, préparée à l'université de Brest. Ce texte porte sur les usages des ressources technologiques pour l'enseignement du nombre à l'école maternelle et les liens entre ces usages et le développement professionnel des professeurs.

## **Mots clés :**

logiciel, enseignement du nombre, école maternelle, Mathématiques, EIAH

---



## **Introduction**

Cet article s'intéresse à l'usage des technologies par les enseignants de maternelle lorsqu'ils enseignent les mathématiques, et à l'impact de ces usages sur leur développement professionnel. Tout d'abord le point de vue retenu pour l'étude de ces usages est présenté. Puis, est décrit le contexte particulier dans lequel ces usages ont été étudiés, celui d'un groupe de conception de ressources associant des enseignants de maternelle, des chercheurs et des formateurs d'enseignants. La recherche présentée repose sur le suivi à long terme des enseignants membres de ce groupe qui mettent en œuvre ces ressources dans leurs classes. Certains résultats issus de ce suivi sont exposés dans cet article, ils concernent les usages de technologies et le développement professionnel.

## **Problématisation et approche théorique**

L'emploi de technologies dans l'enseignement des mathématiques au premier degré fait l'objet de recherches depuis de nombreuses années. Elles ont au fil du temps considéré diverses technologies, depuis la calculatrice (Del Notaro et Floris 2005), les logiciels spécifiques (Voltolini, 2014), jusqu'aux tablettes tactiles (Ladel et Kortenkamp 2012). Des travaux ont mis en évidence le fait que certaines technologies peuvent complexifier la situation didactique (Bruillard et Baron, 2006). Utiliser les technologies dans son enseignement suppose en effet pour le professeur la conception de nouvelles situations (Trouche, 2009). Ce travail, complexe du point de vue des choix didactiques, implique des évolutions dans les ressources et les connaissances professionnelles des professeurs. La conception de ces situations implique la mobilisation de *l'ensemble* des ressources du professeur. À cet égard, le professeur ne se limite pas à l'emploi de telle ou telle technologie. Cette étude s'inscrit dans la lignée de travaux qui défendent la nécessité de ne pas considérer les technologies comme

isolées, mais de les voir comme faisant partie d'un ensemble de ressources disponibles pour les professeurs et les élèves (Poisard, Gueudet et Bueno Ravel, 2011). C'est pourquoi le choix est fait ici de parler de *ressources technologiques*, plutôt que de technologies, de manière à garder toujours à l'esprit que celles-ci font partie d'un ensemble de ressources.

Les questions étudiées sont les suivantes : pour certaines ressources technologiques destinées à l'enseignement du nombre en maternelle, quels usages en font les professeurs ? Quelle est la contribution de ces usages de ressources au développement professionnel des professeurs ? La perspective de l'approche documentaire (Gueudet et Trouche, 2008) associée à la notion d'orchestration est le cadre retenu pour l'étude de ces questions.

### **Approche documentaire**

Les professeurs interagissent avec des ensembles de ressources pour concevoir et mettre en œuvre leur enseignement. Ce travail est le moteur de leur développement professionnel. Une ressource est tout ce qui peut ressource les pratiques du professeur (Adler, 2000). Certaines relèvent de ce qu'on nomme usuellement ressources scolaires : une fiche décrivant une séance de classe, un logiciel conçu pour l'enseignement, du matériel à manipuler. Mais l'enseignant peut aussi constituer en ressources des éléments de diverses natures : les réactions des élèves, des échanges avec un collègue, par exemple. Pour réaliser son enseignement le professeur puise dans ces ensembles, certaines sont sélectionnées, combinées, modifiées au cours de processus associant étroitement conception et mise en œuvre. Nous nommons cette activité le *travail documentaire* des professeurs.

Dans cette approche, on distingue les *ressources* disponibles du *document* qui sera développé dans le cours de l'activité du professeur : pour un but donné, le professeur sélectionne des *ressources* précises, les combine. Il développe un *document* composé des *ressources choisies* mais aussi d'un *schème d'utilisation* de ces ressources, qui correspond à une façon originale, personnelle et stable de les exploiter pour un but donné. Ce schème comporte notamment un but (celui de l'activité du professeur), des règles d'actions qui sont les manières de procéder du professeur (les éléments stables de ces manières de procéder) et des invariants opératoires. Nous interprétons ces invariants opératoires comme des connaissances professionnelles. L'identification des schèmes est un aspect central de notre travail, pour lequel nous mobilisons notamment le concept d'orchestration.

### **Orchestration et approche documentaire**

La notion d'orchestration correspond à « l'organisation systématique des artefacts disponibles dans un environnement donné, pour la mise en œuvre d'une activité (mathématique) donnée » (Trouche, 2009). Ici, il est question d'orchestrations que l'on pourrait nommer orchestrations documentaires : il s'agit de considérer l'agencement par le professeur des ressources disponibles. Drijvers (2012) a identifié dans le secondaire différents types d'orchestrations. Au niveau de la maternelle, sont développées des orchestrations spécifiques, comme le montrent Carlsen, Erfjord, Hundeland et Monaghan (2016) et Gueudet, Poisard et Bueno-Ravel (2014) qui ont complété la typologie de Drijvers. Notre travail s'inscrit dans la continuité de ces recherches. Il nous a amenée à identifier encore d'autres types d'orchestrations dans le contexte de la maternelle ; nous en mentionnons certains dans cet article. Selon la perspective retenue, la mise en place régulière de certaines orchestrations témoigne de règles d'actions, pilotées par des invariants opératoires. L'évolution des choix d'orchestration témoigne quant à elle d'évolutions des connaissances professionnelles. Ainsi, il s'agit d'identifier les orchestrations et leurs évolutions dans un objectif d'analyse des documents développés par les professeurs. Cette contribution aborde les questions de recherche suivantes :

- dans le contexte de l'enseignement du nombre à l'école maternelle, quelles sont les orchestrations mises en œuvre par les professeurs ? Quelles sont les connaissances professionnelles impliquées dans la mise en œuvre de ces orchestrations et dans les documents développés ?
- Quelles sont les évolutions et moteurs d'évolution du travail documentaire ?

Pour explorer ces aspects, la recherche s'inscrit dans un cadre particulier, celui d'un groupe de conception de

ressources, le groupe MARENE [1]. Ce groupe associe des professeurs, des chercheurs et des formateurs depuis 2011. Il a notamment conçu deux ensembles de ressources pour l'enseignement du nombre à l'école maternelle : « Voitures et garages » et « Le train des lapins ». Les ressources développées comprennent : des logiciels reprenant ces situations, du matériel tangible et des scénarios d'usages. Les situations et les ensembles de ressources associés sont présentés dans la partie suivante.

### Voitures et garages : se servir du nombre comme mémoire de la quantité

La situation est la suivante : les élèves ont à disposition un lot de garages et doivent aller chercher en un seul trajet, dans un endroit éloigné, juste ce qu'il faut de voitures pour que chaque garage ait une voiture et qu'il ne reste pas de voitures sans garage. Il s'agit pour l'élève de se rendre compte qu'il peut se servir de procédures faisant appel au nombre (par exemple dénombrer les garages, puis les voitures) pour garder la mémoire de la quantité. Le matériel utilisé dans le groupe est fabriqué à partir de boîtes d'allumettes (Figure 1). Le groupe a développé, à partir de cette situation en environnement tangible, un logiciel (Figure 2).

Figure 1 : le matériel tangible



Figure 2 : l'écran du maître du logiciel

Le cahier des charges de la conception du logiciel a pris en compte différents facteurs favorisant l'intégration d'une ressource technologique en mathématiques (Bueno-Ravel & Gueudet, 2009) :

- la possibilité pour l'élève de faire un grand nombre d'essais, ce qui est plus fastidieux avec le matériel manipulable ;
- la prise en charge de la validation des réponses des élèves ;
- la personnalisation par le professeur du parcours des élèves.

Certains éléments du logiciel sont paramétrables par l'enseignant via l'écran du maître. L'enseignant peut choisir le nombre de garages et la disposition des garages en ligne plutôt qu'en « vrac » pour faciliter l'énumération des garages. Le professeur dispose enfin de scénarios proposant des pistes pour mettre en œuvre cette situation.



### Train des lapins : se servir du nombre comme mémoire de la position

Dans l'autre situation développée par le groupe, les élèves disposent de deux pistes plastifiées identiques divisées en plusieurs cases de même taille. Ces deux pistes sont appelées des trains. L'une de ces pistes est le train modèle, et l'autre le train élève. Dans l'une des cases du train modèle, une étiquette lapin repositionnable est fixée. Il s'agit alors de fixer dans le train élève, une étiquette lapin de façon à ce que cette étiquette soit placée dans la même position que sa jumelle dans le train modèle (Figure 3).

Figure 3 : Schéma représentant deux trains

Les deux trains sont distants l'un de l'autre et non déplaçables avant une phase de validation. A ce jeu on peut gagner si les deux étiquettes lapins se retrouvent exactement dans la même position dans les trains.



Comme dans la situation « Voitures et garages », l'introduction de plusieurs contraintes –ici l'éloignement et les trains non déplaçables– va permettre à l'élève d'éprouver le recours aux nombres comme une procédure particulièrement efficace pour déterminer une position.

Le groupe MARENE a développé à partir de cette situation un logiciel. Avec les deux ressources, le professeur

peut choisir le positionnement du lapin dans le train (plus ou moins près des locomotives), le nombre de lapins à placer dans le train (1 à 3 lapins). Dans le cas du logiciel, il peut également faire varier plus facilement la longueur des trains via l'écran du maître donnant accès aux paramètres. Le matériel tangible est constitué de plusieurs lots de deux trains plastifiés d'une même couleur et d'étiquettes lapins repositionnables. Le professeur dispose également de scénarios proposant des pistes de mise en œuvre. Dans notre thèse, nous avons suivi deux professeurs membres du groupe, Mia et Carole [2] dans leurs usages de ces ressources. Dans la partie suivante, sont présentés les données recueillies et leur traitement.

## Données recueillies avec les professeurs

Plusieurs données sont recueillies avec les enseignantes suivies. Nous menons avec chacune un entretien initial durant lequel le professeur a fait « visiter » l'ensemble des ressources qui appuient son travail documentaire en mathématiques, expliquant comment ces ressources sont rassemblées, sélectionnées et structurées. En année 1 et 2, Carole et Mia mettent en œuvre plusieurs séquences à partir des ressources « Train des lapins » et « Voitures et garages ». Ces séances sont filmées. Elles sont précédées et suivies d'échanges avec le professeur. Des écrits professionnels (fiches de préparation des séances, etc.) sont collectés au fil du suivi. Des entretiens préalables à la mise en œuvre sont conduits. Au terme de la mise en œuvre de chaque séquence, un entretien bilan est organisé. Il vise à la verbalisation par l'enseignant de son action et des raisons qui pilotent cette action, qui motivent ses choix.

Il s'agit ensuite de croiser ces données à l'aide d'une démarche en deux étapes. Une première étape consiste en une réduction des données au fil du suivi. Les différents entretiens et échanges sont transcrits. Le discours du professeur est découpé en plusieurs thèmes : *ressources*, *activité professionnelle* et *connaissances professionnelles*. Pour traiter les vidéos, sont produits des descriptifs de séquences et de séances dans lesquels figurent les ressources mobilisées par le professeur lors de chaque séance, le type de séance et les modalités de travail retenues (collectif, individuel, etc.), des événements remarquables survenus lors de la séance, etc.

Dans une deuxième étape, il s'agit d'identifier et de comparer les documents développés et les mises en œuvre proposées d'une année sur l'autre. Des *tableaux documents* sont ainsi produits. Ils correspondent à des éléments de représentation des documents du professeur (voir Tableau 1). En cohérence avec le cadre théorique retenu, le tableau document reprend l'idée que le document est développé pour un but donné et qu'il est composé, en plus de ce but, de ressources recombinaisons, de règles d'action et de connaissances professionnelles (invariants opératoires).

## Résultats

Dans cette partie, plusieurs épisodes du travail documentaire de Mia et Carole sont analysés. Les documents développés en lien avec deux aspects du nombre et certaines orchestrations mises en œuvre par ces professeurs sont étudiés.

### Le cas de Mia

Le premier cas proposé est celui de Mia avec le document développé pour le but « concevoir et mettre en œuvre un moment de synthèse ». Il s'agit d'une séquence sur le nombre mémoire de la quantité à partir des ressources « Voitures et garages ». La figure 4 montre une ressource impliquée dans une orchestration mise en œuvre par Mia lors de la première année de suivi (année 1).



Figure 4 : le système d'étiquettes déplaçables affiché au tableau

Le professeur a affiché un système d'étiquettes reprenant les visuels du logiciel. Le système d'étiquettes va servir à donner à voir les procédures des élèves, à les faire réagir, échanger sur celles-ci. Ce matériel n'était pas initialement présent dans les ressources conçues dans le groupe, il a été créé par Mia en cours de séquence. Ce système est associé à l'orchestration « duo logiciel matériel », définie de la façon suivante : qui implique un matériel tangible affiché au tableau et exploité en collectif en lien avec l'expérience des élèves sur le logiciel.

L'utilisation du système d'étiquettes a été observée sur deux années, associée à la conduite des moments de synthèse. Cette orchestration est nouvelle par rapport aux typologies développées dans d'autres recherches. Elle témoigne des connaissances professionnelles suivantes : l'importance que Mia accorde à la verbalisation en mathématiques et l'idée que les échanges entre pairs favorisent l'apprentissage, en particulier dans le contexte de la maternelle. A cet âge, les productions des élève sont davantage en gestes qu'en traces écrites. Pour autoriser un retour sur ces productions, il faut donner à voir les gestes mais aussi encourager des élèves plus ou moins bien entrés dans le langage à s'exprimer sur celles-ci. Ces connaissances orientent chez Mia la création d'une nouvelle ressource et le développement d'un document pour le but « concevoir et mettre en œuvre un moment de synthèse ».

### Le cas de Carole

Le second cas proposé est celui de Carole, avec le document développé pour « concevoir et mettre en œuvre un moment d'introduction et de découverte ». Il s'agit d'une séquence sur le nombre mémoire de la quantité menée à partir des ressources « Voitures et garages ». Carole est une enseignante qui accorde beaucoup d'importance à la manipulation de matériel tangible en mathématiques. Dans le cas de l'usage d'un logiciel, elle estime qu'une manipulation de matériel tangible doit précéder les phases de travail sur logiciel. Elle estime aussi qu'il faut un rappel explicite de la tâche vécue en environnement matériel pour que les élèves s'approprient mieux le logiciel et la tâche qui leur est proposée sur celui-ci.

Son questionnement professionnel est le suivant : comment aider les élèves à s'approprier la tâche proposée par le logiciel ? Comment les aider à faire le lien entre la manipulation de matériel tangible et la résolution d'une tâche sur un logiciel ? Lors de la première année, ce souci se traduit par un rappel verbal de la situation, un appui sur la mémoire des élèves, lorsqu'elle présente le logiciel, (cf tableau 1, rempli à partir de données recueillies en année 1)

But	Ressources	Règle d'action	Invariant opératoire
Concevoir et mettre en œuvre un moment d'introduction et de découverte	le logiciel sur un poste	fixer un mode d'emploi du logiciel et de la souris rappeler la situation vécue en environnement tangible par des interventions verbales	les élèves peuvent avoir des difficultés à faire le lien entre le déplacement de la souris, du curseur et la tâche qui leur est demandée. les élèves s'approprieront mieux le logiciel et son mode d'emploi si un lien explicite est fait entre les ressources tangibles et le logiciel

Tableau 1 : éléments constituant le document développé pour les moments d'introduction et de découverte

Lors de la deuxième année, pour le même type de situation, elle crée une nouvelle ressource, un système d'étiquettes, associée à une orchestration « duo logiciel matériel », dans laquelle les élèves manipulent successivement plusieurs ressources (Figure 5).

Figure 5 : les ressources mobilisées par Carole ; boîtes, système d'étiquettes et logiciel

Cette orchestration, qui fait notamment intervenir un système d'étiquettes affiché au tableau est nouvelle pour ce professeur. La création de ce système est inspirée d'un échange qu'elle a eu avec l'autre professeur, Mia, à la fin de l'année 1 : Mia a expliqué s'en être servi pour la synthèse alors que Carole estimait qu'une telle ressource pourrait a priori constituer « une bonne entrée en matière ». En année 2, Carole s'approprie le système d'étiquettes de Mia, en le modifiant et en le mobilisant pour un but différent. Il s'agit là de soutenir la présentation du logiciel et non de mettre en commun des procédures d'élèves comme l'a fait sa collègue. Le système d'étiquettes proposé par Carole a évolué en cours de séquence avec l'ajout d'étiquettes garages et des étiquettes voitures supplémentaires. Il y a là la perspective de faire échanger les élèves sur leurs procédures, de discuter les procédures. Ce dispositif pourrait alors être intégré dans la conception et la mise en œuvre d'un autre document pour un moment de synthèse.



Le dernier exemple tiré du cas de Carole permet de s'intéresser à un autre moment du cycle de leçon : les moments d'apprentissage et d'entraînement. Cet exemple est extrait d'une séquence portant sur le nombre mémoire de la position menée en année 1 avec les ressources « Train des lapins ». La figure 6 montre deux orchestrations mises en œuvre simultanément par le professeur : « Travail en autonomie » et « Manipulation de matériel » avec certains élèves.

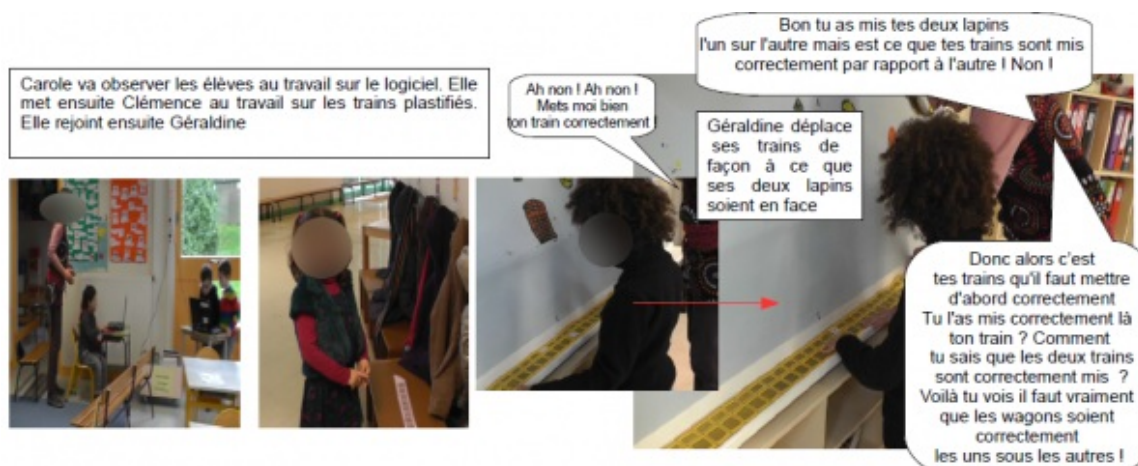


Figure 6 : « Travail en autonomie » et « Manipulation de matériel »

Carole travaille plus spécifiquement avec Géraldine [3], une élève qu'elle perçoit comme rencontrant des difficultés. Dans le cas examiné ici, Carole guide fortement les actions de Géraldine. Ce guidage fort questionne beaucoup Carole en fin de suivi.

Lors de l'entretien bilan, elle revient sur son positionnement avec Géraldine et commente plusieurs essais réalisés par l'élève. Face à cette situation mathématique, qu'elle juge plus ouverte que ce qu'elle fait d'habitude, Carole perçoit que son « téléguidage trop fort » et sa présence importante peuvent renforcer les inhibitions de cette élève. Cet aspect peut selon Carole entraîner des difficultés pour l'élève à s'engager dans la tâche et à prendre en charge la résolution du problème, à proposer une solution personnelle.

En année 2, Carole indique être de plus en plus vigilante par rapport à ce positionnement. Une évolution des connaissances de ce professeur peut être inférée. Elle explique ainsi avoir procédé autrement lors d'une séance menée avec les ressources « Voitures et garages ».

Elle met plusieurs élèves au travail simultanément sur les boîtes et explique les avoir davantage observés sans intervenir : « je m'étais mise dans un coin où ils circulaient et je pouvais avoir un regard ».

Dans les séances suivantes, Carole met d'ailleurs en œuvre une nouvelle orchestration, « Circuler/observer », qu'elle associe à une nouvelle ressource, une fiche de suivi détaillée dans laquelle elle note « sur le vif » les procédures des élèves employées lors des phases de travail sur logiciel : « j'ai vraiment mis toute ma démarche enfin toute leur démarche » dit-elle. Carole indique lors de l'entretien bilan que cette prise de notes est inhabituelle, mais sans doute nécessaire dans cette situation ouverte. Elle lui permet de recueillir des informations qui lui seront nécessaires pour guider les élèves dans cette tâche ouverte tout en lui permettant peut-être d'être plus en retrait verbalement.

Dans le cas de Carole, a été noté un questionnement portant sur les ressources technologiques, la façon d'accompagner ses élèves dans leur appropriation de celles-ci. En parallèle, un questionnement qui porterait plus largement sur l'enseignement du nombre semble se dessiner. Carole exprime lors de l'entretien bilan mené en année 2 ce questionnement par ces mots : « les maths je les enseigne de façon, trop comme une technique ». Elle identifie la nécessité de remettre à plat ses ressources, de les revisiter et se tourne vers l'un de ses collègues, Matthieu, le directeur de son école pour l'interroger sur le manuel associé aux jeux qu'il utilise avec ses élèves de Petite section. Dans le cas de Carole, on a finalement une synthèse de plusieurs moteurs d'évolution des documents : l'observation des élèves, les échanges entre pairs. On repère aussi un élément qui est le démarrage par Carole d'une enquête auprès de certains collègues pour ré-alimenter ses pratiques, ses ressources.

## Synthèse et perspectives

Dans cette contribution, les questions suivantes ont été étudiées :

- dans le contexte de l'enseignement du nombre à l'école maternelle, quelles sont les orchestrations mises en œuvre par les professeurs ? Quelles sont les connaissances professionnelles impliquées dans la mise en œuvre de ces orchestrations et dans les documents développés ?
- Quelles sont les évolutions et moteurs d'évolution du travail documentaire ?

De nouveaux types d'orchestrations ont été identifiés en regard des typologies définies dans de précédents travaux : « duo logiciel matériel », « manipulation de matériel », « circuler observer ». Au-delà du cas de ces deux professeurs, les deux premiers types semblent spécifiques de l'enseignement du nombre à l'école maternelle, car ils font intervenir du matériel tangible à différents stades du cycle de leçon. La manipulation de matériel tangible pour favoriser les apprentissages numériques est un élément mis en avant par l'institution dans les programmes (Ministère de l'éducation nationale, 2015) mais aussi par les professeurs que nous avons pu interroger dans le cadre d'une enquête quantitative menée auprès de 164 professeurs d'école maternelle (Besnier, 2016). Cette enquête montre que les professeurs se questionnent sur la façon de lier logiciels et matériel tangible : à quel moment d'une situation introduire l'usage de logiciels et avec quels élèves ? Comment intégrer les logiciels dans un travail d'ensemble sur le nombre ? Dans cet article, des articulations possibles entre matériel et logiciel à différents moments de la situation proposée ont pu être identifiées.

Du point de vue des connaissances professionnelles, il apparaît que des connaissances sur la verbalisation peuvent amener des usages spécifiques du numérique, avec notamment la création de ressources spécifiques. Le numérique peut permettre la mise en place de situations plus ouvertes. Cependant, la prise en charge de ces situations plus ouvertes, dans lesquelles le travail des élèves, la validation de celui-ci n'est plus directement sous la responsabilité du professeur peut être complexe. Cela entraîne des évolutions dans les connaissances professionnelles et les ressources des professeurs.

Enfin, cette étude met aussi en relief l'observation des élèves et les échanges entre collègues comme des moteurs du développement professionnel. Cette recherche est une étape dans la compréhension du travail documentaire des professeurs. Elle pourrait notamment être approfondie dans la direction suivante : dans le contexte des nouveaux programmes, la question du travail documentaire collectif des professeurs, en particulier des professeurs de maternelle pour leur enseignement de mathématiques, nécessite des études ultérieures. La

maternelle est constituée de trois niveaux (PS, MS et GS [4]), qui selon les programmes forment un seul cycle et doivent être articulés entre eux. Les programmes enjoignent ainsi les professeurs à faire vivre la progressivité entre les différents niveaux de cette école. Ils sont pour cela invités à travailler collectivement à la constitution de « répertoires communs de pratiques et de ressources ».

Dans le contexte d'une école, il pourrait donc être intéressant d'examiner ces aspects : à quelles conditions travail documentaire individuel et travail documentaire collectif peuvent-ils se nourrir réciproquement ? Comment le travail collectif intervient-il dans le développement d'un document ? Nous souhaitons poursuivre l'étude de ces questions.

## Références

Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224.

Besnier, S. (2016). *Le travail documentaire des professeurs à l'épreuve des ressources technologiques*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest. Repéré à <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01326826>

Bruillard, E. & Baron, G.-L. (2006). Usages en milieu scolaire : caractérisation, observation et évaluation. Dans M. Grandbastien & J.-M. Labat (dir.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain, Traité IC2*. (p. 269-284). Paris : Hermès -Lavoisier.

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.

Carlsen, M., Erfjord, I., Hundeland, P. S., & Monaghan, J. (2016). Kindergarten teachers' orchestration of mathematical activities afforded by technology : agency and mediation. *Educational Studies in Mathematics*. 93(1), 1-17. doi. :10.1007/s10649-016-9692-9

Del Notaro, L. & Floris, R. (2005). L'utilisation de la calculette à l'école élémentaire : une nouvelle approche didactique pour l'enseignement de la numération. *MathEcole* 215, 4-18.

Drijvers, P. (2012). Teachers transforming resources into orchestration. Dans G. Gueudet, B. Pepin et L. Trouche (dir.), *From text to 'lived resources' : curriculum material and mathematics teacher development*, (p. 265-281). New York, NY : Springer.

Gueudet, G., Bueno-Ravel, L., & Poisard, C. (2014). Teaching Mathematics with Technology at the Kindergarten Level : Resources and Orchestrations. Dans A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (dir.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era*, (p. 213-240). Dordrecht : Springer. Doi : /10.1007/978-94-007-4638-1\_10

Gueudet, G., & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés : Le cas des mathématiques. *Éducation et didactique*, 2(3), 7-33. doi : 10.4000/educationdidactique.342

Ladel, S., & Kortekamp, U. (2012). Number concepts-Processes of Internallization and Externalization by the Use of Multi Touch-Technology. In : U. Kortenkamp, B. Brandt, C. Benz, G. Krummheuer, S. Ladel & R. Vogel (dir.), *Early mathematics learning, selected papers of the POEM 2012 conference* (p. 237-253). Dordrecht : Springer.

Ministère de l'éducation nationale, (2015). Programme de l'école maternelle. *Bulletin Officiel de l'éducation nationale*, n°2 du 26 mars 2015. Repéré à [http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN\\_SPE\\_2/37/8/ensel4759\\_arrete-annexe\\_prog\\_ecole\\_maternelle\\_403378.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_2/37/8/ensel4759_arrete-annexe_prog_ecole_maternelle_403378.pdf)

Poisard, C., Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2011). Comprendre l'intégration de ressources technologiques en mathématiques par des professeurs des écoles. *Recherches en didactique des mathématiques*, 31 (2), 151-189.



Trouche, L. (2009). Penser la gestion didactique des artefacts pour faire et faire faire des mathématiques : histoire d'un cheminement intellectuel. Repéré à [https://www.academia.edu/5118819/Penser\\_la\\_gestion\\_didactique\\_des\\_artefacts\\_pour\\_faire\\_et\\_faire\\_faire\\_des\\_math%C3%A9matiques\\_histoire\\_d\\_un\\_cheminement\\_intellectuel](https://www.academia.edu/5118819/Penser_la_gestion_didactique_des_artefacts_pour_faire_et_faire_faire_des_math%C3%A9matiques_histoire_d_un_cheminement_intellectuel)

Voltolini, A. (2014). Un duo d'artefacts virtuel et matériel pour accompagner la genèse instrumentale du compas. In Actes de la conférence TICE 2014. Bezier, France. Springer.