

RESSOURCES ET DEVELOPPEMENT PROFESSIONNEL DES ENSEIGNANTS

Compte-rendu du Groupe de Travail n°6– EMF2012

Fernando HITT* – Michela MASCHIETTO**
Jana TRGALOVA*** – Moustapha SOKHNA****

Le bouleversement des savoirs et de l'accès aux savoirs provoqué par l'introduction des technologies dans l'enseignement des mathématiques (Hoyle et Lagrange 2010) a été régulièrement discuté lors des précédentes rencontres EMF. Dans les travaux récents, les technologies sont considérées comme faisant partie de tout un éventail de ressources de types très différents, comme des logiciels éducatifs, des calculatrices, des activités en ligne pour la classe, mais également des instruments géométriques plus traditionnels, des manuels, etc. Le thème de ce groupe de travail a tenu compte de cette évolution et s'est proposé d'approfondir les réflexions sur les ressources en relation avec le développement professionnel des enseignants.

Les contributions à ce groupe de travail ont été organisées autour de trois pôles, en accord avec le texte d'appel à communications (Hitt et al. 2011) : conception et usage de ressources, ressources et dispositifs de formation, et ressources et collectifs d'enseignants.

Ce texte qui résume le travail du groupe est organisé en cinq parties. La première présente le groupe en quelques chiffres, les deuxième, troisième et quatrième parties sont dédiées à la présentation des contributions selon trois aspects qui sont apparus comme les plus significatifs dans les discussions, et enfin la cinquième partie contient quelques conclusions et ouvre des perspectives pour la prochaine édition du colloque.

I. LE GROUPE DE TRAVAIL EN QUELQUES CHIFFRES

Le groupe de travail a compté 31 participants venus de 11 pays différents, au-delà du cercle de la francophonie. Parmi les participants, il y avait des chercheurs, des formateurs, des enseignants de tous les ordres d'enseignement scolaire, des étudiants. Ces origines et cultures diverses ont certainement contribué à la richesse des échanges qui ont eu lieu pendant les sessions de travail.

Parmi les 15 contributions retenues, dont 11 articles et 4 affiches, la répartition par rapport aux trois pôles cités plus haut est la suivante : conception et usage des ressources – 8 contributions, ressources et dispositifs de formation des enseignants – 3 contributions, et ressources et collectifs d'enseignants – 4 contributions. Notons que toutes les contributions retenues, articles et affiches, ont pu être présentées et discutées au sein du groupe.

Les échanges et discussions ont fait émerger trois aspects importants relatifs au thème du groupe qui sont développés dans la suite : les approches théoriques (section II), les différentes

* Université du Québec à Montréal, Québec – Canada – hitt.fernando@uqam.ca

** Università di Modena e Reggio Emilia – Italie – michela.maschietto@unimore.it

*** IUFM et S2HEP, Université Claude Bernard Lyon 1 – France – jana.trgalova@univ-lyon1.fr

**** Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation, Université Cheikh Anta Diop de Dakar – Sénégal – moustapha.sokhna@ucad.edu.sn

significations attribuées au mot « ressource » (section III) et les divers dispositifs de développement professionnel des enseignants (section IV).

II. DIALOGUE ENTRE CADRES THÉORIQUES

Les présentations au sein du groupe de travail ont mis en évidence une multiplicité de cadres théoriques, par rapport auxquels les problématiques liées aux ressources et au développement professionnel ont été abordées. Les discussions pendant les sessions de travail ont permis de voir une certaine cohérence entre les diverses recherches par rapport au thème et des liens entre elles. Mais, en même temps, elles ont amené à s'interroger de manière plus approfondie sur leurs relations à l'égard des cadres de référence.

Dans ces dernières années, la recherche en didactique des mathématiques a questionné l'intégration des cadres théoriques (Artigue et al. 2006). Une telle problématique porte l'attention d'une part sur le fait qu'une seule théorie ne semble pas être suffisante pour traiter des phénomènes didactiques, d'autre part sur l'intérêt d'étudier si des approches différentes peuvent avoir des éléments en commun ou être complémentaires. Prediger et al. (2008) proposent une échelle de degrés d'intégration des cadres théoriques (Figure 1). Entre les deux extrémités, il y a des catégories intermédiaires comme « comparer et contraster »¹, « combiner et coordonner »² et « synthétiser et intégrer »³.

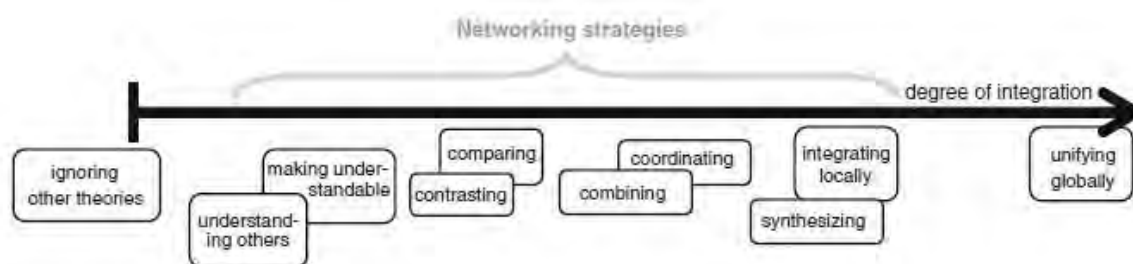


Figure 1 – Networking strategies (Prediger et al. 2008, p. 170)

Nous utiliserons cette grille pour lire les références théoriques des contributions du groupe, d'une part pour chercher des pistes de réflexion, d'autre part pour rendre compte de ce qui est ressorti dans les discussions sur la complexité de la recherche, qui doit forcément prendre en compte plusieurs aspects. Les cadres théoriques ont été récoltés dans le Tableau 1.

Le Tableau 1 montre que les approches instrumentale (Rabardel 1995) et documentaire (Gueudet et Trouche 2008) sont les références théoriques les plus partagées dans le groupe. Parmi les travaux, il y en a certains qui se développent principalement dans ce cadre (comme *Trgalová et Richard*), tandis que d'autres l'articulent à d'autres cadres théoriques.

¹ « Comparing and contrasting only differ gradually, but not in substance. Whereas comparing refers to similarities and differences in a more neutral way of perceiving theoretical components, contrasting is more focused on stressing differences » (p. 171).

² « typical for conceptual frameworks which do not necessarily aim at a coherent complete theory but at the use of different analytical tools for the sake of a practical problem or the analysis of a concrete empirical phenomenon » (p. 172). Le mot « coordonner » est utilisé « when a conceptual framework is built by well fitting elements from different theories », tandis que le terme « combiner » est utilisé si les approches théoriques sont seulement juxtaposées.

³ « When theoretical approaches are coordinated carefully and in a reflected way, this can be a starting point for a process of theorizing that goes beyond the better understanding of a special empirical phenomenon and helps to develop a new piece of synthesized or integrated theory » (p. 173).

La recherche de *Sabra* articule les travaux de Gueudet et Trouche (2008) avec ceux de Wenger (1998) portant sur les communautés de pratique pour étudier les documentations communautaires, en développant de nouveaux outils d'analyse. Il s'agirait d'un exemple de « synthétiser et intégrer » car de nouveaux éléments de la théorie semblent se définir.

Cadres théoriques	Contributeurs au groupe de travail
Approche instrumentale (Rabardel) et documentaire (Gueudet et Trouche)	<i>Abboud-Blanchard, Aldon, Berg, Georget et Labrousse, Maschietto, Trgalová et Richard, Sabra, Sokhna et Diarra, Tempier</i>
Communauté de pratique (Wenger) et/ou communauté d' <i>inquiry</i> (Jaworski)	<i>Sabra, Berg, Georget et Labrousse</i>
Théorie de l'activité (Engeström)	<i>Berg</i>
Théorie des Situations Didactiques - TDS (Brousseau) et structuration du milieu (Margolinas)	<i>Aldon, Tempier, Vivier</i>
Ingénierie didactique et du développement (Perrin-Glorian)	<i>Tempier</i>
Théorie Anthropologique du Didactique - TAD (Chevallard)	<i>Chenevotot-Quentin et al., Tempier</i>

Tableau 1 – Approches théoriques de référence

La notion de communauté de pratique (Wenger 1998) est également considérée dans la recherche de *Georget et Labrousse*, même si l'analyse qui y est faite ne prend en compte que l'activité d'un seul enseignant. Dans la discussion, l'émergence d'une communauté de pratique est considérée comme importante dans la pratique des situations de recherche et de preuve entre pairs et dans sa diffusion.

La théorie des situations didactiques (TDS – Brousseau 1998) et la structuration du milieu sont considérées par *Aldon* en lien avec l'approche documentaire. Du point de vue de *networking strategies*, on peut dire qu'elles sont en général dans le degré « combiner et coordonner » et le volet « combiner », étant donné que l'auteur souligne que la TDS est suffisamment précise pour rendre compte des interactions élèves-professeurs. C'est sur l'étude du milieu que l'approche documentaire est « coordonnée » avec la structuration de celui-ci, ayant comme point de départ le fait que le milieu intègre les ressources du professeur.

Berg développe sa recherche dans la théorie de l'activité (Engeström 1999) suivant l'approche méthodologique issue de la recherche de développement. Dans le cadre théorique de cette recherche, on trouve la notion de communauté d'*inquiry* (Jaworski 2005), dérivant de la notion de communauté de pratique. L'auteur propose d'analyser d'une part la préparation d'un atelier dans le cadre de son projet Teaching Better Mathematics (TBM), d'autre part la tension éprouvée par l'enseignant à travers les outils de l'approche documentaire. Il s'agit de croiser les cadres théoriques, celui de la recherche TBM (résultant lui aussi d'un processus de *networking strategies* plutôt vers le pôle « intégrer ») avec l'approche documentaire. Ce type d'étude pourrait être placé du côté du degré « combiner et coordonner », volet « combiner », avec l'objectif d'utiliser des outils d'une autre approche pour analyser un phénomène. Dans la discussion, la question générale sur le degré « synthétiser et intégrer » s'est également posée, en relation à la cohérence épistémologique entre les approches.

Dans un autre degré on peut placer le travail de *Tempier* à l'égard de l'approche documentaire : dans sa contribution, une telle approche est évoquée, mais elle ne semble pas être prise en compte dans la conception de la ressource et dans les premières expérimentations, conduites en combinant la TDS et la théorie anthropologique du didactique (TAD - Chevallard 1998). L'auteur souligne la perspective de rencontre de la conception *pour l'usage* et *dans l'usage*.

Dans le cadre de *networking strategies*, il semble que d'autres dialogues pourraient être ouverts et approfondis par rapport à ceux mis en évidence dans ce groupe. Par exemple, il pourrait être intéressant de comparer la recherche de développement cité par *Berg* et l'ingénierie du développement présente dans le travail de *Tempier*. Toujours dans le même esprit, il pourrait être fructueux de voir selon le degré « comparer et contraster » le rôle du chercheur dans l'approche documentaire comme *Sabra* l'a caractérisé, où il est en dehors de la communauté d'enseignants, et l'idée de collaboration chercheurs – enseignants, vue par *Berg* en termes de co-apprentissage, du point de vue du suivi du travail collectif.

D'autres cadres et outils théoriques ont été convoqués, comme des approches expérimentales en didactique (*Freiman et al.*, *Georget et Labrousse*) et au laboratoire de mathématiques (*Maschietto*), à la construction de ressources et aux questions d'ergonomie (*Vivier*, *Tempier*, *Georget et Labrousse*, *Chenevotot-Quentin et al.* et *Freiman et al.*) ou encore à la pratique enseignante (*Abboud-Blanchard*).

III. DIFFÉRENTES SIGNIFICATIONS DU MOT « RESSOURCE »

Différentes significations sont attribuées au mot « ressource » par les auteurs des contributions à ce groupe de travail. En général, les auteurs sont proches de ce que le dictionnaire propose comme signification du mot « ressource » : « Ce qu'on emploie pour se tirer d'un embarras, pour vaincre des difficultés ». Dans notre contexte, la ressource a été prise comme élément pour résoudre un problème d'enseignement. Ainsi, certains auteurs considèrent les ressources comme des objets externes aux individus, d'autres parlent de la ressource comme d'une faculté interne.

Concernant la conception de ressources, les auteurs proposent :

- des modèles spécifiques de co-construction dans une ambiance de collaboration (*Aldon*) ;
- la production de ressources qui permettent la communication entre chercheurs et enseignants (*Berg*) ;
- la construction d'exercices en ligne (*Chenevotot-Quentin et al.*), d'activités sur des notions de probabilité en ligne (*Freiman et al.*), d'activités papier-crayon et technologiques en prenant en compte des aspects généraux (*Hitt et al.*) ;
- la conception et expérimentation d'une ressource pour la mise en place de situation de recherche et de preuve entre pairs (*Georget et Labrousse*) ; d'une ressource pour la numération décimale (*Tempier*) ;
- la construction d'un questionnaire d'évaluation des ressources pour les enseignants (*Trgalová et Richard*) ;
- l'étude d'obstacles linguistiques dans la conception et usage des ressources (*Sokhna et Diarra*), du rôle des incidents dans la documentation documentaire (*Sabra*) ;
- la construction d'un algorithme sur la somme de deux rationnels en écriture décimale (*Vivier*) ;

- la conception de ressources et formation des formateurs (*Abboud-Blanchard*), de ressources pour enseigner et apprendre des mathématiques avec les TICE (*LeFeuvre*) ; pour la manipulation des machines mathématiques (*Maschietto*).

Spécifiquement, dans les différents travaux, nous avons pu distinguer trois aspects de l'utilisation du mot ressource entre les auteurs :

- Ressources du type financier : liées à l'achat d'objets (ordinateurs, logiciels, manuels, etc.)
- Ressources de type externe : logiciel, plateforme d'exercices en ligne, algorithme, manuel scolaire, histoire d'une idée mathématique, programmes scolaires, questionnaire, activités avec possibilité de téléchargement, activités virtuelles pour travailler en ligne, etc.
- Ressources de type interne : ressource d'une langue, volonté de transmettre des ressources.

Les différents auteurs ont discuté prioritairement des ressources de type externe. La préoccupation des auteurs semble être dirigée vers l'amélioration des ressources pour les enseignants et pour leurs étudiants. Différentes références aux cadres théoriques ont été soulevées dans leur discussion (voir section II). Ainsi, plusieurs auteurs ont considéré la position de Gueudet et Trouche (2008) sur la notion de ressource dans un contexte de genèse documentaire. Aussi, nous trouvons des références aux travaux de Rabardel (1995) portant sur la notion d'artefact et sa transformation en instrument à travers une genèse instrumentale (Trouche 2005). C'est dans le processus de genèse documentaire que nous trouvons des références théorico-pratiques autour de la construction d'une ressource et de son évaluation. Aussi, de nouvelles notions autour des ressources sont proposées par exemple par *Sabra* :

- ressource comme « ingrédient » ;
- système de ressources : comme un ensemble des ressources ;
- incident documentaire communautaire : comme toute intégration, volontaire ou non, d'une ressource, dans le système de ressources communautaire qui modifie le cours de la documentation communautaire.

1. *Éléments à considérer dans la construction d'une ressource*

Selon Georget (2010), si les enseignants trouvent les ressources disponibles complexes du point de vue de leur implémentation dans la classe, la position de l'enseignant par rapport à son enseignement ne change pas. Cette position ne change pas non plus si les ressources n'ont pas une forme qui permette aux enseignants d'avoir des informations suffisantes pour les exploiter. *Hitt et al.* prônent pour les activités papier-crayon, l'intégration de l'histoire des idées mathématiques, la manipulation des objets physiques et l'utilisation de la technologie. Ces idées trouvent l'écho dans la proposition de *Maschietto* qui présente la manipulation de machines mathématiques où la formation des schèmes a une grande importance.

2. *Évaluation des ressources numériques pour l'enseignement des mathématiques*

Grâce à l'Internet, l'enseignant de mathématiques trouve une quantité immense d'informations. Lesquelles peut-il considérer comme ressource ? Cette question a été largement abordée dans plusieurs contributions et largement discutée au sein du groupe. Les auteurs proposent différentes approches pour sélectionner l'information qu'ils trouvent et filtrer les ressources pour l'enseignement. Par exemple, *Freiman et al.* suggèrent d'analyser les ressources informatiques du point de vue de la pertinence par rapport au programme d'étude, de l'apport d'un outil virtuel et des besoins technopédagogiques.

L'évaluation des ressources semble être une partie importante de réflexion chez différents auteurs. Par exemple, *Aldon* en citant *Adler* (2010) propose d'évaluer les ressources sous trois angles : visibilité, invisibilité et transparence. *Tempier* suggère d'utiliser la proposition de *Tricot et al.* (2003) autour de l'utilité de la ressource, de son utilisabilité et acceptabilité. *Georget et Labrousse* proposent d'expérimenter la ressource pour l'évaluer. *Sokhna et Diarra* proposent d'analyser le contenu linguistique de la ressource avant son utilisation dans la classe. Finalement, *Abboud-Blanchard* suggère l'évaluation de la ressource autour de la formation des formateurs.

Trgalová et Richard proposent d'évaluer des ressources de géométrie dynamique à travers un questionnaire en ligne, en distinguant neuf dimensions centrées sur leur qualité mathématique, didactique, pédagogique, technique et ergonomique : 1) métadonnées, 2) aspect technique, 3) dimension mathématique du contenu, 4) dimension instrumentale du contenu, 5) valeur ajoutée de la géométrie dynamique, 6) implémentation didactique, 7) implémentation pédagogique, 8) intégration dans une progression, et 9) aspect ergonomique.

3. Quelques questionnements des participants

Les participants à ce groupe de travail ne se questionnent pas seulement sur l'évaluation des ressources, par exemple, l'approche de *Georget et Labrousse* sur la potentialité d'une ressource fait référence à la possibilité de transformer l'information trouvée en ressource. Dans ce même sens, *Freiman et al.* interrogent :

- Comment adapter les ressources à d'autres contextes afin de maximiser leur impact sur les apprentissages des élèves ?
- Quel type d'accompagnement techno-pédagogique et didactique permet de multiplier ces pratiques innovatrices ?
- Comment poursuivre le développement de nouvelles ressources techno-pédagogiques en mathématiques et dans d'autres matières ?

IV. DISPOSITIFS DE FORMATION D'ENSEIGNANTS

Le développement professionnel des enseignants de mathématiques est naturellement au cœur de la plupart, sinon de toutes les contributions. Certaines contributions visent l'amélioration des pratiques des enseignants de mathématiques de manière générale (*Berg, Georget et Labrousse, Sokhna et Diarra, Vivier, Maschietto*), d'autres le développement de compétences spécifiques liées à des thèmes mathématiques particuliers ou à l'intégration des TICE. Concernant le développement de compétences relatives à des thèmes mathématiques spécifiques, citons par exemple l'algèbre (*Chenevotot-Quentin et al.*), les probabilités dans le contexte de jeux de hasard (*Freiman et al.*) ou encore les apprentissages fondamentaux à l'école élémentaire (*Tempier, Perrin-Glorian*). Concernant l'intégration des TICE dans les pratiques des enseignants, il s'agit encore soit du développement de compétences générales (*Hitt et al., Abboud-Blanchard*), ou de compétences liées à un type d'outils spécifique tel que l'environnement TI-Nspire (*Aldon*), des logiciels de géométrie dynamique (*Trgalová et Richard*) ou le logiciel Casyopée (*LeFeuvre*).

Les dispositifs de formation présentés dans le groupe peuvent être regroupés dans trois catégories : (1) dispositifs de formations initiale ou continue, (2) dispositifs pour le développement de compétences spécifiques et (3) production et diffusion de ressources visant l'évolution des pratiques des enseignants. Dans la suite, nous décrivons chacun de ces types de dispositifs, présentons les principales idées sous-jacentes et les questions de recherche qu'ils soulèvent.

4. Formations initiale et continue

Le cadre des formations initiale ou continue a permis de questionner les besoins des enseignants en termes de ressources, d'étudier les conditions d'appropriation de ressources existantes par les enseignants ou encore de mettre en place des dispositifs de travail collaboratif des enseignants autour de la conception de ressources pour la classe.

La recherche de *Sokhna et Diarra* a mis en évidence la difficulté à s'approprier les ressources disponibles par des enseignants exerçant ou se préparant à exercer dans un contexte langagier et socioculturel différent de celui dans lequel ces ressources ont été créées. Les auteurs en arrivent à la conclusion qu'une forte contextualisation de la ressource n'en facilite pas les usages, ce qui soulève la question cruciale de la prise en compte des usages de ressources dès leur conception.

Freiman et al. ont interrogé un groupe d'enseignants, ayant participé à une formation sur l'apprentissage des probabilités en utilisant des simulateurs de jeux de hasard, sur leurs visions de l'utilité de ces outils technologiques et sur les conditions de leur intégration dans les pratiques. Pour ces enseignants, deux conditions ont paru essentielles pour intégrer ces outils dans leurs classes : (1) ils doivent être en adéquation avec le programme d'enseignement des mathématiques et (2) les enseignants ont besoin de percevoir clairement leur apport pour l'enseignement et l'apprentissage. Suite à cette étude, les auteurs interrogent les moyens d'adaptation de ressources existantes à différents contextes institutionnels, ainsi que les moyens d'accompagnement didactique, pédagogique et technique de pratiques innovantes.

En partant du constat que l'opposition entre les dimensions techniques et conceptuelles de l'activité mathématique, qui domine dans l'opinion concernant les technologies dans l'enseignement, est un des obstacles majeurs à l'intégration des TICE (Artigue 2000), *Hitt et al.* prônent la formation des enseignants à une utilisation réfléchie des technologies, notamment avec des « *activités orientées vers une approche expérimentale des mathématiques, pour promouvoir la conjecture, la nécessité de démontrer, et de générer des processus de généralisation* ». Ils soulignent également l'importance de l'équilibre entre la manipulation des objets physiques, le travail avec la technologie et l'activité papier-crayon.

Maschietto présente la mise en place d'une formation continue des enseignants basée sur la méthodologie d'un laboratoire mathématique qui consiste à faire vivre aux enseignants, dans un premier temps, une situation de découverte des machines telles que des traceurs de transformations ou de courbes et des contenus mathématiques sous-jacents, puis à les amener à concevoir des ressources autour de ces machines et à les expérimenter en classe. Une plateforme a été mise en place pour soutenir le travail collaboratif de conception de ressources et des échanges d'expériences de leur utilisation en classe par les enseignants. Cette recherche soulève des questions méthodologiques essentielles sur le suivi de l'évolution à long terme des pratiques des enseignants grâce à ce genre de dispositif. La contribution de *Sabra* propose des pistes dans cette direction.

Le dispositif de formation de formateurs proposé par *Abboud-Blanchard* est fondé sur un partenariat entre chercheurs et praticiens et s'intéresse au rôle du travail documentaire (Gueduet et Trouche 2008) dans l'intégration des TICE. Un environnement collaboratif mis en place vise à la fois à soutenir les échanges des enseignants futurs formateurs sur leurs expériences, pratiques et visions relatives à l'intégration des TICE dans l'enseignement et à aider ces enseignants à accéder aux résultats des recherches relatifs à ce domaine dans l'objectif de faire évoluer leurs propres pratiques. De nombreuses questions sont soulevées par l'auteur, d'une part sur le rôle du travail collectif dans le développement professionnel des

individus et d'autre part sur le lien entre le développement professionnel des stagiaires en tant qu'enseignants mais également en tant que formateurs.

De même, *Berg* propose un dispositif de formation basé sur une collaboration entre chercheurs et enseignants. Ce dispositif est organisé en ateliers de travail permettant (1) l'exploration conjointe d'un thème mathématique donné à partir d'un choix de tâches mathématiques opéré par les chercheurs, (2) la préparation par les enseignants de tâches mathématiques pour leurs élèves, et (3) la réflexion sur la mise en œuvre de ces tâches dans les classes des enseignants. Cette recherche permet de questionner les dimensions collectives en relation à la collaboration entre chercheurs et enseignants, et les dimensions individuelles en relation au travail documentaire d'un enseignant individuel.

Notons que ce même questionnement est également présent dans la contribution de *Sabra* qui étudie la documentation communautaire d'un groupe d'enseignants réuni autour d'un projet de conception d'un manuel numérique.

5. *Dispositifs pour le développement de compétences professionnelles spécifiques*

Ces recherches explorent les moyens de soutenir le développement professionnel des enseignants de manière non formelle, en dehors des temps de formation nécessairement limités. Les auteurs reconnaissent tous le rôle important des ressources dans les processus de développement professionnel et cherchent à concevoir et à mettre à disposition de la communauté des enseignants des ressources visant un double objectif : (1) faciliter l'activité quotidienne des enseignants, et (2) faire évoluer leurs pratiques. Ces recherches interrogent plus particulièrement les processus d'appropriation et d'intégration de ces ressources par des enseignants et soulèvent les questions d'accompagnement et de suivi de ces processus.

LeFeuvre et son groupe, constitué de chercheurs et d'enseignants, développent un environnement dédié aux fonctions, Casyopée. Afin de faciliter l'appropriation de cet environnement par des enseignants, ils mettent en place un dispositif de soutien de ses utilisateurs grâce aux outils tels que des mini-sites présentant des expérimentations réalisées et mettant à disposition diverses ressources (fiches élèves, analyse des séances et des productions d'élèves...) ou des vidéos permettant de mieux cerner le travail des élèves et de l'enseignant avec l'environnement.

Chenevotot et al. cherchent à disséminer des résultats de recherche sur le diagnostic en algèbre élémentaire en les implémentant dans une base d'exercices en ligne, LaboMep de Sésamath, afin de fournir aux enseignants des outils pour gérer l'hétérogénéité des apprentissages des élèves et pour organiser la différenciation de l'enseignement en fonction des besoins des élèves.

En partant de l'hypothèse que l'appropriation d'une ressource par l'enseignant passe par son analyse approfondie, *Trgalova et Richard* explorent l'idée de l'implication des enseignants dans l'analyse de ressources de géométrie dynamique (GD) comme un moyen de leur développement professionnel visant l'intégration de logiciels de GD. Cette analyse s'appuie sur un questionnaire, implémenté sur la plateforme i2geo.net dédiée aux usages de la GD, qui a été conçu en s'appuyant sur des recherches relatives à la qualité des ressources et aux usages de la GD dans des classes de mathématiques. Les résultats de cette recherche montrent la complexité de la tâche de l'analyse des ressources cadrée par le questionnaire du fait de l'imbrication de deux processus : genèse instrumentale relative au questionnaire considéré comme artefact et genèse documentaire relative aux ressources analysées.

6. Conception et diffusion de ressources visant l'évolution des pratiques des enseignants

Une dernière série de contributions présente des recherches visant la production et la diffusion de ressources dans le but de susciter des réflexions menant à une évolution des pratiques des enseignants. Ces recherches partagent deux aspects fondamentaux. D'une part, elles s'attachent à proposer un modèle de ressources dans le souci d'en faciliter l'appropriation et garantir l'adaptabilité. D'autre part, elles reposent sur le principe de conception dans l'usage nécessitant une collaboration étroite entre chercheurs et praticiens. Les questions soulevées par ces recherches concernent notamment les moyens de diffusion des ressources, de suivi de leurs usages et d'accompagnement des processus de leur appropriation.

La contribution d'*Aldon* présente le processus de conception de ressources permettant d'intégrer dans des classes de mathématiques du lycée un environnement informatisé d'apprentissage, TI-Nspire. En s'appuyant sur une analyse didactique, l'auteur considère les éléments suivants comme des composantes essentielles d'une ressource : fichier élève combiné avec fichier technique, fiche professeur, scénario testé en classe et pistes pour faire évoluer et modifier la situation mathématique proposée.

Georget et Labrousse développent et expérimentent une ressource permettant la mise en place de situations de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire. Ils s'attachent à en analyser les potentiels de recherche, de résistance, de débat ainsi que le potentiel didactique et ils proposent un modèle de ressource comprenant une description rapide du contenu, la solution du problème et des procédures envisageables, des pistes pour une mise en œuvre, des exemples d'énoncés pour les élèves et des conseils pédagogiques pour l'enseignant.

Les recherches de *Tempier et Perrin-Glorian* ont pour objectif de produire des ressources pour soutenir l'enseignement des contenus fondamentaux de l'école élémentaire, tels que la numération, les nombres ou la géométrie. Le défi pour eux consiste à produire des ressources qui sont à la fois compatibles avec les programmes et les pratiques ordinaires des enseignants pour qu'ils les y intègrent mais qui, en même temps, amènent des éléments de réflexion et de questionnement pour faire évoluer leurs pratiques.

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les différentes contributions au GT6 ont fait émerger les principaux cadres théoriques utilisés pour aborder les questions de recherche liées aux ressources et le développement professionnel des enseignants (voir aussi Tableau 1). Il s'agit de l'approche instrumentale et documentaire développées spécifiquement pour conceptualiser et analyser le travail des sujets avec des artefacts ou des ressources ; des concepts de communauté de pratique ou de communauté d'*inquiry*, permettant d'appréhender les phénomènes liés aux activités des collectifs ; de la théorie de l'activité qui permet d'étudier l'activité des sujets dans un contexte plus large incluant d'autres acteurs de l'activité et des artefacts ; de la théorie des situations didactiques et la théorie anthropologique du didactique permettant d'étudier les situations proposées par les ressources, leur mise en œuvre en classe et leur adéquation vis-à-vis des besoins institutionnels ; de l'ingénierie didactique de développement (Perrin-Glorian 2011) permettant de traiter des questions liées à l'élaboration de ressources. Devant cette multitude d'approches théoriques, les participants ont exprimé le besoin d'interroger leur portée et leurs limites et notamment de travailler dans la direction de leurs possibles articulations (par exemple, approche documentaire du milieu) et de leur développement (par exemple notion de distance documentaire).

Les ressources évoquées dans les contributions sont de nature diverse, aussi bien interne et externe, tant en ce qui concerne les élèves comme les enseignants. Les ressources internes ont été évoquées par rapport à leur développement dans la classe de mathématiques. Les ressources externes ont été liées à la technologie ou à la construction des artefacts pour appuyer l'apprentissage. Le développement des ressources internes chez les élèves a une longue histoire, en revanche le développement de ce type de ressources chez les enseignants est plus récent. Les discussions au sein du groupe ont montré un intérêt croissant pour les ressources à destination des enseignants qui commencent à être perçues comme de véritables leviers du développement professionnel. De nombreuses questions restent ouvertes et demandent la poursuite des recherches dans ces directions : Quelles ressources pour quel milieu ? Comment concevoir les ressources qui sont proches des pratiques ordinaires des enseignants de manière à en faciliter leurs usages, mais qui apportent suffisamment d'éléments pour susciter le questionnement et la réflexion de la part des enseignants sur leurs propres pratiques ? Quels sont les éléments des ressources qui en favorisent l'appropriation ? Quelles sont les conditions pour leur diffusion et leur intégration dans les pratiques enseignantes ?

Enfin, divers dispositifs de formation d'enseignants, formelle ou non formelle, ont été présentés et discutés. Ces présentations ont permis d'interroger notamment l'intérêt d'un travail collaboratif des enseignants ou d'une collaboration entre enseignants, formateurs et/ou chercheurs autour de la conception et l'usage de ressources pour la classe. Les participants ont exprimé le besoin de pouvoir suivre l'évolution de ces dispositifs afin de pouvoir mettre en lumière leur impact sur l'évolution des compétences professionnelles des enseignants, mais aussi sur les apprentissages des élèves, destinataires finaux des ressources. Ceci nécessite la mise en place de méthodologies spécifiques permettant un suivi des pratiques à long terme. Echanger sur les approches méthodologiques existantes semble indispensable pour faire avancer les recherches dans cette direction. La reconduction de ce groupe de travail lors de la prochaine édition du colloque EMF ne fait donc aucun doute chez les participants du groupe !

REFERENCES

- Artigue M. (2000) Instrumentation issues and the integration of computer technologies into secondary mathematics teaching. In *Proceedings of the Annual Meeting of GDM* (pp. 7-17). Potsdam, Germany. <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/e/gdm/2000>, consulté le 19 avril 2012.
- Artigue M., Bartolini-Bussi M., Dreyfus T., Gray E., Prediger S. (2006) Different theoretical perspectives and approaches in research in mathematics education. In Bosch M. (Ed.) (pp. 1239-1243) *Proceedings of the 4th Congress of the European society for Research in Mathematics Education* Barcelona : Fundem IQS.
- Brousseau G. (1998) *Théorie des Situations Didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Chevallard Y. (1998) Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique. In *Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques, Actes de la IX^e Ecole d'Eté de la Rochelle* (pp. 91-120). IREM de Clermont-Ferrand.
- Engeström Y. (1999) Activity theory and individual and social transformation. In Engeström Y., Miettinen R., Punamäki R.-L. (Eds.) (pp. 19-39) *Perspectives on Activity Theory. Learning in Doing: Social, Cognitive et Computational Perspectives* New York: Cambridge University Press.
- Georget J.-P. (2010) Apport de l'ergonomie des EIAH pour l'analyse et la conception de ressources. In Kuzniak A., Sokhna M. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et développement : enjeux de société et de formation. Actes du colloque international de*

- l'Espace Mathématique Francophone* 2009. <http://fastef.ucad.sn/EMF2009/Groupes%20de%20travail/GT6/georget.pdf>, consulté le 29 novembre 2011.
- Gueudet G., Trouche L. (2008) Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique* 2(3), 7-33.
- Hitt F., Maschietto M., Trgalová J., Sokhna M. (2011) *Ressources et développement professionnel des enseignants*. Texte introductif du Groupe de Travail n°6, Colloque international de l'Espace Mathématique Francophone (3-7 février 2012), Genève. http://www.emf2012.unige.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=36, consulté le 19 avril 2012
- Hoyles C., Lagrange J.-B. (Eds.) (2010) *Mathematical Education and Technology-Rethinking the Terrain*. The 17th ICMI Study, New ICMI Study Series, Vol. 13. New-York : Springer.
- Jaworski B. (2005) Learning communities in mathematics: Developing and studying inquiry communities. In Barwell R., Noyes A. (Eds.) (pp. 101-120). *Papers of the British Society for Research into Learning Mathematics, Research in Mathematics Education*, Vol. 7 London: BSRLM.
- Perrin-Glorian M.-J. (2011) L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. In Margolinas C. et al. (Eds.) (pp. 57-78) *En amont et en aval des ingénieries didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Prediger S., Bikner-Ahsbals A., Arzarello F. (2008) Networking strategies and methods for connecting theoretical approaches: First steps towards a conceptual framework. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education* 40, 165-178.
- Rabardel P. (1995) *Les hommes et les technologies : Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Trouche L. (2005) Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. *Recherches en Didactique des Mathématiques* 25(1), 91-138.
- Wenger E. (1998) *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

CONTRIBUTIONS AU GT6

- ALDON G. – Conception collaborative de ressources : l'expérience e-Colab.
- BERG C. V. – L'impact d'un projet de recherche sur le développement professionnel d'un enseignant : exploration de la notion de fonction.
- CHENEVOTOT-QUENTIN F., GRUGEON-ALLYS B., PILET J., DELOZANNE E. – De la conception à l'usage d'un diagnostic dans une base d'exercices en ligne.
- FREIMAN V., SAVARD A., LAROSE F., THEIS L. – Les simulateurs virtuels pour soutenir l'apprentissage de probabilités : un outil pour les enseignants.
- GEORGET J.-P., LABROUSSE B. – Expérimentation d'une ressource pour une situation de recherche et de preuve entre pairs.
- HITT F., CORTES-ZAVALA C., RINFRET M. – Utilisation des technologies dans la classe de mathématiques au secondaire : des outils sous-exploités.
- SABRA H. – Le rôle d'un incident dans la documentation communautaire : (le) cas de la conception des ressources « fonctions » pour le manuel numérique de Sésamath.
- SOKHNA M., DIARRA B. – Les obstacles linguistiques à la conception et à l'usage des ressources dans l'enseignement des mathématiques.
- TEMPIER F. – Quelle ressource pour enseigner la numération décimale ? Présentation d'une ingénierie didactique de développement en cours.
- TRGALOVA J., RICHARD R. P. – Analyse de ressources comme moyen de développement professionnel des enseignants.
- VIVIER L. – Construction d'une ressource pour l'enseignant : un algorithme de somme de deux rationnels en écriture décimale.

Affiches (publiées sous forme de textes courts)

- ABBOUD-BLANCHARD M. – En quoi la conception de ressources pourrait-elle intervenir dans la formation des formateurs ?
- LE FEUVRE B. – Enseigner et apprendre des mathématiques avec les TICE, le cas des fonctions au lycée avec Casyopée.
- MASCHIETTO M. – Les machines mathématiques comme ressources : de la formation à la classe.
- PERRIN-GLORIAN M.-J. – Produire des ressources pour les enseignants à l'articulation école-collège.