

Renouvellement des ressources et de l'activité des professeurs, renouvellement du regard sur une profession

Ghislaine GUEUDET*, Luc TROUCHE**

* Université de Bretagne Occidentale, ** INRP

RÉSUMÉ • Les professeurs, dans leur activité professionnelle, interagissent avec de multiples ressources, numériques en particulier. Nous proposons une approche théorique en didactique, *l'approche documentaire*, s'appuyant sur l'ergonomie cognitive, pour l'étude du développement professionnel résultant des interactions entre professeurs et ressources. Nous utilisons cette approche pour analyser un dispositif hybride de formation continue, basé sur la conception collective de séquences de classe.

MOTS-CLÉS • Enseignement des mathématiques, Investigation réflexive, Formation des enseignants, Genèse documentaire, Ressources des professeurs.

Ce colloque propose d'interroger le travail enseignant au XXI^e siècle à partir d'un croisement de perspectives didactiques, disciplinaires et professionnelle. Dans le fil de cette proposition, nous présentons ici une nouvelle approche, que nous nommons *approche documentaire du didactique*, nourrie de la didactique des mathématiques et de l'ergonomie cognitive. Nous mettons ensuite cette approche en œuvre pour analyser les effets d'un programme innovant de formation continue des maîtres et, plus profondément, pour montrer en quoi elle renouvelle le regard sur le travail des professeurs.

1. Le professeur dans « le projet de la didactique »

Si l'on comprend le projet de la didactique comme un projet qui « répond aux questions sur la place des situations, [et à] l'intégration de l'acteur dans un cadre social » (Rogalski 2004, p. 112), on est conduit à réaliser combien ce projet, ou ces projets, accordent à l'acteur

Colloque international INRP, 16, 17 et 18 mars 2011

Le travail enseignant au XXI^e siècle Perspectives croisées : didactiques et didactique professionnelle



« professeur » une place singulière. Cette place a évolué au cours de l'histoire récente ; nous proposons ici une lecture de ces évolutions à partir d'interactions entre deux champs, la didactique des mathématiques et l'ergonomie cognitive, suscitées par des problèmes rencontrés par la profession.

1.1. Une approche instrumentale en didactique des mathématiques

Premier problème professionnel, la prise en compte, pour *l'apprentissage* des mathématiques, de technologies – les calculatrices – que les élèves importaient eux-mêmes dans les classes, et qui s'imposaient aux professeurs. La didactique des mathématiques (Brousseau 1998) proposait certains outils conceptuels permettant de travailler ce problème : la notion de *contrat didactique* ou la notion de *milieu* dont les calculatrices étaient naturellement des composants. Mais l'apport de l'ergonomie cognitive, avec la notion d'*artefact*, a sans doute été déterminant pour comprendre les processus en jeu. La conférence de Rabardel (1999), à l'école d'été de didactique des mathématiques, a ainsi proposé le concept clé de *genèse instrumentale*, comprenant les processus d'appropriation des technologies dans une double dialectique : dialectique entre *l'artefact* qui est *proposé* au sujet et l'instrument que ce sujet *construit* en situation, dialectique entre la marque que l'artefact imprime sur l'activité du sujet (*instrumentation*) et la marque que le sujet imprime sur l'artefact (*instrumentalisation*) (§ 2.2). Reprenant cette conceptualisation, *l'approche instrumentale* a été développée en didactique des mathématiques (Guin & Trouche 2002) : elle situe les connaissances mathématiques comme la *composante épistémique* des instruments développés par les élèves au cours de leur activité.

1.2. Du développement des connaissances des élèves aux développements professionnels des enseignants

Deuxième problème professionnel, la prise en compte des technologies pour *concevoir l'enseignement* des mathématiques. Elle apparaît essentielle pour assister les genèses instrumentales des élèves, contrôler la distance entre les apprentissages visés par le professeur et les apprentissages effectifs des élèves. La notion d'*orchestration instrumentale* (Drijvers & Trouche 2008) a été ainsi introduite, décrivant *le jeu* que le professeur construit dans la classe pour réaliser son projet d'enseignement : ce jeu prend en compte nécessairement la situation mathématique et les artefacts disponibles.

Cette réflexion sur les orchestrations montre la diversité des variables que le professeur doit régler, variables didactiques, variables « artefacts »

ou variables d'agencement. Elle met en évidence ainsi les connaissances que le professeur doit développer pour contrôler ces variables. L'analyse des connaissances du professeur est complexe. Elle met en jeu un ensemble de dimensions, individuelles, sociales et institutionnelles. L'approche instrumentale s'intéressait aux processus de conceptualisation des mathématiques par les élèves. Dans une perspective semblable, nous proposons (§ 2) une approche des processus de développement professionnel des professeurs, de mathématiques pour ce qui nous concerne.

2. Emergence d'une nouvelle approche théorique

2.1. Des artefacts aux ressources

Troisième problème professionnel, le foisonnement de *ressources* lié au numérique (Pédauque 2006) : le développement du numérique bouleverse les manières de s'informer et de communiquer. Le travail du professeur ne rencontre plus seulement de nouveaux artefacts dans la classe, mais un ensemble de ressources en réseau, disponibles pour lui, pour ses collègues et pour ses élèves, propositions en perpétuel renouvellement, ouvertes à ses propres contributions.

Le terme de « ressource » est vague et donc commode, il recouvre, dans les curricula, à la fois des moyens d'enseignement classiques (les livres scolaires par exemple), mais aussi les logiciels pour l'enseignement, ou pouvant servir à l'enseignement et les ressources en ligne, ces dernières étant appelées sans doute à prendre une place de plus en plus grande. Poussant ce mouvement un peu plus loin, nous proposons, comme Adler (2000), de considérer comme ressource du professeur tout ce qui concourt à son projet d'enseignement, tout ce qui contribue à « resourcer » sa pratique : ressources matérielles, numériques ou non, mais aussi, par exemple, interactions avec les élèves ou avec des collègues.

2.2. L'approche documentaire du didactique

C'est cette compréhension étendue de la notion de ressources qui est à la base de l'approche théorique que nous proposons. *L'approche documentaire* du didactique (Gueudet & Trouche 2010) comprend le travail du professeur comme un jeu avec un ensemble de ressources (Figure 1). Etendant la dialectique artefact-instrument que propose l'approche instrumentale (§1.1), nous considérons ici la dialectique ressources-document : nous distinguons les *ressources*, que le professeur rencontre et travaille pour réaliser un projet d'enseignement, et le

document¹ qui en résulte, entité mixte, composée des ressources réorganisées et d'un schème d'utilisation.

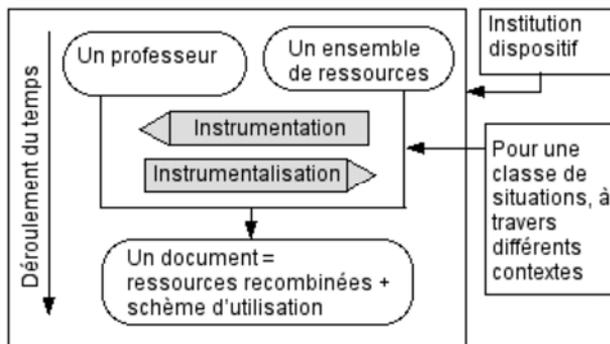


Figure 1. Représentation d'une genèse documentaire

Le choix est donc fait d'analyser le travail du professeur à partir de son activité *productive* : pour une classe de situations (par exemple : « enseigner la notion de fonction en classe de seconde »), il rassemble des ressources, les travaille, en fait un matériau d'enseignement qu'il met en œuvre dans sa classe. Cette mise en œuvre n'est pas un acte unique, elle va se reproduire. A divers moments de cette conception et de ces mises en œuvre, des évolutions vont avoir lieu : dans un mouvement d'instrumentalisation, les ressources en cause sont sans cesse revisitées par le professeur ; dans un mouvement d'instrumentation, les connaissances du professeur sont questionnées par les ressources, leur mise en œuvre et les effets qu'elles suscitent. Ces processus peuvent également concerner des collectifs de professeurs.

L'activité productive est donc aussi une activité *constructive* (Rabardel & Pastré 2005) : le professeur apprend de ce qu'il enseigne.

2.3. Schèmes et connaissances professionnelles

Un document est ainsi, dans cette perspective, une entité en développement, qui traverse des phases de relative stabilité et des phases de rupture. Nous le décrivons sous la forme d'un couple (Figure 1) : une part « ressources », et une part « organisatrice de l'activité avec ces ressources ». Nous utilisons la notion de *schème* (Vergnaud 1990), pour désigner cette part organisatrice de l'activité, structurée par des *invariants opératoires*, connaissances souvent implicites qui sont les produits et les moteurs de l'activité.

¹ Le terme « document » est choisi en référence à (Pédauque 2006) pour qui « un document n'est pas n'importe quoi, mais n'importe quoi peut le devenir » : un document est donc le résultat d'un projet, d'une intention, ici d'enseignement.

Nous montrons le caractère opérationnel de cette approche dans la section qui suit.

3. Présentation d'une étude de cas

3.1. Questions méthodologiques

La mise en œuvre de cette approche soulève des questions complexes : comment suivre les *genèses documentaires* qui se déploient nécessairement sur des durées longues, dans et hors l'espace de la classe, avec des composantes individuelles et collectives ?

L'intérêt porté aux interactions entre les professeurs et les ressources fournit une première réponse : il s'agit de collecter les ressources matérielles des professeurs. Celles qu'ils ont utilisées : manuel scolaire, site web etc. Celles qu'ils ont élaborées, au fil de leur travail (la partie « ressources matérielles » dans leurs documents) : livre annoté, fichier, signets sur un navigateur etc. Nous nous intéressons aussi à toutes les ressources issues d'échanges, avec les élèves comme avec les collègues. Ainsi les états successifs d'un fichier : version 0 issue d'un site web, version 1 adaptée par le professeur, version 2 après échange avec un collègue, version 3 revue suite à une mise en œuvre en classe peuvent nous renseigner sur une genèse en cours.

Il s'agit par ailleurs de solliciter le regard réflexif du professeur sur sa propre activité. En effet seul le professeur a accès à l'ensemble de son activité, hors classe et en classe ; son regard réflexif est indispensable au chercheur, y compris pour identifier ce que sont ses ressources. Nous avons développé pour cette *investigation réflexive* un ensemble d'outils de collecte de données, qui comportent en particulier un journal de bord du professeur (Gueudet & Trouche 2010). A partir de ces données, nous cherchons à identifier des régularités dans les choix des professeurs, permettant d'inférer la présence d'invariants opératoires. Nous cherchons aussi à identifier des évolutions, et les causes probables de ces évolutions. Nous présentons de telles analyses ci-dessous (§ 3.3).

3.2. Le contexte du projet INRP-Pairform@nce

Le programme Pairform@nce du ministère de l'éducation nationale vise la formation continue des professeurs de toutes les disciplines, pour le premier comme pour le second degré. Il propose, sur une plateforme nationale, des parcours de formation, qui fournissent une structure et des formations à mettre en place dans toutes les académies. Ces formations sont hybrides (en partie en présence, en partie à distance) ; elles sont

basées sur la réalisation collective de séquences de classe par des équipes stagiaires. Notre équipe de recherche, coordonnée par l'INRP, analyse depuis 2007 ce programme et y participe par la conception de parcours de formation, d'outils visant la qualité de ces parcours, et la mise en œuvre de formations (Gueudet *et al.* 2009). Nous présentons ici des exemples issus de formations organisées en 2008-2009 et 2009-2010 à partir d'un parcours conçu en 2007-2008 et intitulé « Concevoir et mettre en œuvre des travaux pratiques en salle informatique avec un logiciel de géométrie dynamique » (abrégé en TPGeom par la suite). Ce parcours propose une formation étalée sur 13 semaines (hors vacances scolaires), comportant 3 journées présentiels. Au cours de cette formation, des équipes de stagiaires réalisent et testent une séquence de classe. Les formateurs fournissent des exemples de séquences, et des ressources pour accompagner la conception : grille de description de séquence, d'observation (une observation croisée est réalisée dans les équipes), de bilan. Les équipes disposent d'un espace d'échanges distants sur la plateforme de la formation.

3.3. Genèses documentaires, exemples

En 2008-2009, nous avons organisé une formation à laquelle ont participé 32 stagiaires, organisés en 9 équipes. Nous avons recueilli toutes leurs productions et leurs échanges sur la plateforme au fil de la formation. Les stagiaires avaient en début de formation des expériences diverses, concernant l'emploi de logiciels de géométrie dynamique. Parmi les 30 stagiaires présents au cours du premier présentiel, 4 avaient déjà employé de tels logiciels avec leurs élèves en salle informatique, mais seulement pour un travail technique de prise en main. 19 utilisaient parfois ces logiciels au vidéo-projecteur, et 7 étaient débutants. Ainsi aucun n'avait l'expérience de séances comportant des aspects d'expérimentation par les élèves avec un logiciel de géométrie dynamique. Lors de la formation, toutes les équipes se sont engagées dans le travail documentaire collectif, concevant et testant une séquence. Dans toutes les séquences conçues, les élèves utilisent un logiciel de géométrie, qui est articulé avec un travail sur papier : ces choix d'orchestration témoignent d'un mouvement d'instrumentalisation, dans une genèse impliquant un ensemble de ressources dont le logiciel fait partie. De plus, les élèves sont amenés à formuler des conjectures en manipulant une figure dynamique : « la manipulation de figures dynamiques permet la formulation de conjectures par les élèves » semble être une connaissance partagée en fin de formation. Autre trait partagé par toutes les

séquences : celles-ci s'insèrent dans la progression usuelle, qu'il s'agisse de découverte de nouvelles notions ou de réinvestissement. Ce point a donné lieu à des débats au cours de la formation, plusieurs stagiaires considérant qu'amener les élèves à expérimenter hors de la progression normale était une perte de temps. En fin de formation, leur point de vue, en cohérence avec les contraintes institutionnelles, semble avoir prévalu. Du point de vue des ressources proposées dans le parcours, toutes les équipes ont utilisé les trois grilles, et tous les stagiaires déclarent que la grille d'observation est particulièrement utile (instrumentalisation). Les fichiers déposés par les équipes et leurs échanges permettent des analyses plus précises, en termes de genèses documentaires. Ainsi, pour l'équipe 1, on relève plusieurs fois des choix allant dans le sens de proposer aux élèves une situation qui semble « réelle ». Pour leur séquence, le contexte d'un entraînement de football est utilisé pour introduire un théorème sur les angles inscrits dans un cercle. Dans l'une des fiches élèves conçues, une stagiaire de l'équipe 1 propose une question du type : « détermine la mesure en degré de l'angle AMB ». Une autre stagiaire barre, et reformule comme : « mesure de l'angle de tir, si le joueur est sur le point de pénalty » en ajoutant en commentaire « on avait décidé de ne pas nommer les angles, pour avoir une activité plus concrète ». Pour cette équipe, nous considérons qu'un invariant opératoire commun est en cours de développement, à propos des « travaux pratiques » en mathématiques : des tels travaux doivent comporter un aspect de modélisation par les élèves. Ce processus peut être vu comme relevant de l'instrumentation : plusieurs exemples proposés en formation comportaient une telle modélisation.

Pour affiner le suivi des genèses documentaires des stagiaires, en 2009-2010 nous avons retenu deux stagiaires membres d'une même équipe (Lauren et Gilda), enseignantes dans un même collège. Nous avons observé et filmé une de leurs séances, nous les avons interviewées à l'issue de la formation. De plus, l'une d'entre elles (Lauren) a tenu pendant toute la durée de la formation un journal de bord. Lauren et Gilda conçoivent une séquence permettant le réinvestissement de la notion de fonction. Il s'agit, pour les élèves, de maximiser l'aire d'une zone de baignade, délimitée par le bord d'une plage et par une corde de longueur fixe. Les élèves réalisent d'abord un travail sur papier, qui est suivi d'une synthèse par le professeur, avant de travailler sur le logiciel. Gilda met en oeuvre dans sa classe, observée par Lauren.

Les données recueillies pour Lauren et Gilda montrent qu'elles attribuent une importance particulière à l'appropriation du problème par les élèves,

avant d'entrer dans un travail « expérimental ». L'importance de cette appropriation a été soulignée lors de la formation. Nous considérons qu'elles ont engagé le développement d'un document, pour la classe de situations « concevoir et mettre en œuvre des problèmes d'optimisation ». Ce document comporte des ressources : les échanges au cours de la formation, un manuel où elles ont trouvé une idée de problème, un logiciel de géométrie dynamique, les observations réalisées par Lauren etc. Il comporte aussi des invariants opératoires, comme : « un travail expérimental des élèves doit être précédé par une appropriation du problème en jeu », « un travail sur papier-crayon permet une appropriation utile avant d'utiliser l'ordinateur ».

En revanche, elle proposent une utilisation très guidée du logiciel de géométrie dynamique, laissant peu d'initiative aux élèves : ainsi un travail plus long semble nécessaire pour atteindre les objectifs de la formation.

4. Conclusion

La méthodologie de suivi des genèses documentaires est en cours de développement. Le recueil des ressources des professeurs, permettant d'identifier des stabilités et des évolutions, est essentiel. Les interviews et le journal de bord amènent des compléments d'information, et permettent un regard réflexif du professeur, qui travaille ainsi avec le chercheur à identifier des stabilités et des évolutions. Dans les exemples présentés ci-dessus, le suivi a correspondu à la durée de la formation. La méthodologie doit encore être complétée en prolongeant ce suivi à plusieurs années scolaires, permettant d'observer d'éventuelles stabilisations des évolutions identifiées.

Une formation de type Pairform@nce est un terrain de recherche permettant naturellement le recueil de ressources des équipes de stagiaires. C'est également un mode de formation adapté aux évolutions actuelles du travail des professeurs : les parcours proposent des ressources en ligne dont la qualité a été réfléchi, en s'appuyant sur la recherche, et fournissent un cadre pour un travail collectif. Le développement de ce mode de formation pourrait être pensé indépendamment de projets institutionnels ; la création d'une plateforme proposant de telles ressources fait partie de nos projets en cours.

Ghislaine GUEUDET

Université Bretagne Occidentale ghislaine.queudet@bretagne.iufm.fr

Luc TROUCHE

BIBLIOGRAPHIE

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205-224.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée sauvage.
- Drijvers, P., & Trouche, L. (2008). From artifacts to instruments: a theoretical framework behind the orchestra metaphor. In K. Heid & G. Blume (Eds.), *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics* (Vol. 2. Cases and perspectives, pp. 363-392). Charlotte, NC: Information Age.
- Gueudet, G., Soury-Lavergne, S., & Trouche, L. (2009). Soutenir l'intégration des TICE : Quels assistants méthodologiques pour le développement de la documentation collective des professeurs ? exemples du SFoDEM et du dispositif Pairform@nce. *Approches Plurielles En Didactique Des Mathématiques*, LDAR, Paris. 161-173.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (dir.) (2010). *Ressources vives : le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Rennes : PUR et Lyon : INRP.
- Guin, D., & Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Pédauque, R. T. (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen : C & F éditions.
- Rabardel, P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In M. Bailleul (Ed.), *Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-213). Houlgate: IUFM de Caen.
- Rabardel, P., & Pastré, P. (dir.) (2005). *Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités-développement*. Toulouse : Octares.
- Rogalski, J. (2004). La didactique professionnelle, une alternative aux approches de la cognition située et cognitiviste en psychologie des acquisitions, *@ctivités* 1(2), 103-120, <http://www.activites.org/v1n2/Rogalski.pdf>
- Vergnaud G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques* 10(2), 133-170.