

L'ANALYSE D'UN PROBLÈME PROFESSIONNEL DANS LA FORMATION AUX TECHNOLOGIES DES ENSEIGNANTS DE MATHÉMATIQUES

Maha Abboud-Blanchard*, Fabien Emprin**

* Université de Cergy-Pontoise
LDAR : Laboratoire de Didactique André Revuz
IUFM de l'académie de Versailles
Avenue Bernard Hirsch
BP 70308
95027 CERGY
maha.blanchard@math.jussieu.fr

** Université de Reims Champagne Ardenne
LERP : Laboratoire d'Étude et de Recherche sur la Professionnalisation
IUFM Champagne Ardenne
23 rue Clément ADER
BP 175
51685 REIMS CEDEX
fabien.emprin@univ-reims.fr

Mots-clés : formation des enseignants, technologies, ingénierie didactique

Résumé. Notre communication se situe dans un champ, encore peu développé, celui de la recherche sur la formation des enseignants à l'utilisation des technologies. Nous partons de l'hypothèse que l'introduction dans la formation continue d'une composante d'analyse réflexive des pratiques permettrait de confronter les enseignants à leurs propres représentations et serait propice à l'émergence de connaissances professionnelles relatives aux technologies. Nous nous basons sur des travaux antérieurs qui nous ont permis d'analyser les pratiques de formateurs de mathématiques formant à l'usage des technologies, grâce à un cadre théorique adapté. Dans ce dernier, nous avons spécifié à la situation de formation et combiné deux cadres théoriques conçus pour l'analyse des pratiques enseignantes pour le premier et la relation homme technologies pour le second. En choisissant l'ingénierie didactique comme méthodologie de recherche, nous analysons deux mises en œuvre de situations de formation. Nos résultats permettent de vérifier, dans la limite de généralité liée à notre corpus, l'hypothèse de travail et font émerger la question des savoirs de formation.

1. Introduction et problématique

Différentes études à l'échelle nationale en France (MEN, 2004), (Larivain et Cormier, 2005), (Gambert et Bonneau, 2005) ou à l'échelle européenne (Korte et Hüsing, 2006), (Jones, 2004) ont montré que l'intégration des technologies dans l'enseignement reste minoritaire, n'exploite pas pleinement leurs potentialités et représente une difficulté consistante pour les enseignants. Ces études soulignent également que les problèmes de formation (formation inadaptée et rôle prédominant de l'autoformation dans l'acquisition des compétences) apparaissent comme une explication potentielle des difficultés des enseignants à intégrer les technologies de façon satisfaisante. Notre travail a donc débuté par un questionnement sur le déficit qualitatif des formations des enseignants à l'utilisation des technologies, en particulier dans l'enseignement des mathématiques. Une étude de la littérature existante nous a rapidement montré que ce questionnement est un des « points aveugles » dans la recherche s'intéressant à l'étude des usages des technologies dans l'enseignement.

Pour tenter d'avoir un premier éclairage, nous avons effectué une étude des pratiques des formateurs et des formations dans ce domaine au moyen d'interviews de formateurs et d'observation de stages de formation continue (Abboud-Blanchard et Emprin, 2009). Nous avons utilisé à cet effet un cadre théorique à deux facettes permettant d'étudier aussi bien les pratiques dans leur globalité que dans leur dimension instrumentée. Ce cadre adapte des outils théoriques et méthodologiques issus de la didactique des mathématiques, la double approche (Robert, 1999, 2005), et de l'ergonomie cognitive, l'approche instrumentale (Rabardel 1995, 1999).

Nous avons ainsi mis en avant trois types d'hypothèses explicatives du déficit qualitatif des formations continues à l'usage des technologies en classe de mathématiques. La première est liée à l'aspect fortement personnalisé des formations. Cela implique chez le formateur, qui a souvent un vécu d'enseignant, d'une part la coexistence de deux identités, celle d'enseignant et celle de formateur, entraînant parfois des effets contradictoires et d'autre part la centration des formations sur l'artefact au détriment des aspects liés à l'usage réel des technologies en classe. La seconde hypothèse concerne la démarche de formation. Celle qui reste dominante est l'homologie (Houdement et Kuzniak, 1996) ce qui entraîne en général, des confusions entre différentes genèses instrumentales. En effet, la plupart des enseignants stagiaires n'ont pas suffisamment d'avance sur les élèves pour prendre du recul par rapport à ce que le formateur leur fait faire et qui est proche de ce qu'il ferait faire aux élèves. Il n'y a donc pas de prise en charge des genèses instrumentales des enseignants eux-mêmes. Une dernière hypothèse est relative à la persistance d'une quasi absence de "contenus de formation" dont l'acquisition soit identifiée par les formateurs comme objectif de la formation aux technologies. Les contenus déclarés et/ou observés des formations sont centrés principalement sur les artefacts. Les formations, même si elles visent un travail sur la démarche d'utilisation des technologies, restent donc au niveau des exemples qui peuvent être amenés par les formateurs sans permettre l'acquisition de savoirs professionnels spécifiques. Enfin nous avons remarqué deux absences tout à fait notables : l'idée de réflexivité et celle de l'analyse de pratiques. Alors que la formation professionnelle des enseignants s'appuie de plus en plus sur l'idée de praticien réflexif (Schön, 1994) et sur l'analyse de pratiques (Perrenoud, 1999) ces deux idées sont complètement absentes des interviews des formateurs et des pratiques observées.

Ce premier travail sur les pratiques des formateurs et des formations nous a amené à un deuxième questionnement : l'introduction dans la formation continue d'une composante d'analyse réflexive des pratiques permettrait-elle de confronter les enseignants à leurs propres représentations et serait-elle propice à l'émergence de connaissances professionnelles relatives aux technologies ? Nous avons donc conçu et mis en place une telle formation continue en prenant les hypothèses de travail suivantes :

- La dimension réflexive sur les pratiques réelles permettrait d'initier chez l'enseignant une posture réflexive propice à la transformation de ses pratiques.
- Le fait d'amener des stagiaires à analyser un problème professionnel réel leur permet de confronter leurs représentations, de mobiliser leurs connaissances issues de la pratique et leurs connaissances théoriques pour arriver à des consensus basés sur des arguments.
- La prise en charge dans la formation de la genèse instrumentale professionnelle de l'enseignant et l'analyse des situations en termes de besoins instrumentaux et de genèse instrumentale potentielle de l'élève évite l'amalgame entre les différents niveaux de genèses instrumentales

2. Outils théoriques et méthodologiques

Nous avons fait le choix d'utiliser la notion d'ingénierie didactique pour mettre à l'épreuve nos hypothèses. En effet, l'ingénierie didactique apparaît comme la méthodologie privilégiée lorsqu'il s'agit d'explorer des formes de vie didactique qui ne peuvent être aisément observées dans des contextes ordinaires (Artigue, 2010). L'ingénierie didactique a été développée, à l'origine, dans le cadre de travaux sur les apprentissages des élèves : « Comme méthodologie de recherche, l'ingénierie didactique se différencie d'abord des méthodes expérimentales alors usuelles en éducation par son mode de validation. Ce mode de validation est en effet interne et basé sur la confrontation entre une analyse a priori dans laquelle sont engagées un certain nombre

d'hypothèses et une analyse a posteriori qui s'appuie sur les données issues de la réalisation effective. » (Artigue, 2002).

Dans notre cas, la mise en œuvre d'une ingénierie didactique pour la formation nécessite une prise en compte des spécificités des formations par rapport aux situations de classe. Nous avons fait le choix de spécifier à la situation de formation les cadres théoriques pour l'analyse des pratiques que nous avons utilisés dans notre premier temps de travail (évoqué ci-dessus), à savoir : la double approche et l'approche instrumentale. Ces deux cadres nous permettent de confronter nos hypothèses théoriques avec le déroulement réel dans la formation. En effet, dans la double approche, les pratiques enseignantes sont vues au travers de la recomposition de cinq composantes : une composante cognitive liée aux contenus mathématiques, aux tâches prévues et prescrites, à l'itinéraire cognitif que l'enseignant tente de faire suivre à l'élève ; une composante médiative liée aux interactions entre l'enseignant et les élèves, les élèves entre eux, la communication de la tâche et les aides apportées ; une composante institutionnelle liée aux contraintes des programmes et de l'institution en général ; une composante sociale liée au genre, aux habitudes de la classe et une composante personnelle liée aux représentations de l'enseignant sur les mathématiques et l'enseignement.

L'approche instrumentale permet de voir les technologies comme quelque chose qui se construit en permanence au travers du processus de genèses instrumentales. L'instrument y est défini par un artefact (une composante matérielle) et des schèmes d'utilisation. Trouche (2004) définit le processus de genèse instrumentale comme étant double : « La construction de l'instrument doit se comprendre dans un double mouvement [...] : un mouvement d'instrumentalisation dirigé vers l'outil (l'usager met l'outil 'à sa main', l'adapte à ses habitudes de travail) et un mouvement d'instrumentation dirigé vers l'usager (les contraintes de l'outil contribuent à structurer l'activité de l'usager). »

Nous avons été amenés à distinguer différents niveaux de pratiques et d'activités pour appréhender la situation de formation. Nous considérons que les pratiques professionnelles sont définies et accessibles par la recomposition des cinq composantes de la double approche. Nous distinguons alors deux niveaux de pratiques pour le formateur celui des pratiques professionnelles en tant que formateur mais bien souvent également celui des pratiques professionnelles en tant qu'enseignant. Ces deux niveaux s'influencent l'un l'autre. Le stagiaire en formation continue a également des pratiques professionnelles que la formation vise à faire évoluer. Quatre niveaux d'activités apparaissent alors : l'activité du formateur, celle du stagiaire en formation, celle de l'enseignant dans sa classe et enfin celle de l'élève. De nombreuses interactions existent entre ces différents niveaux d'activité. L'activité de l'enseignant en formation et celle de l'élève en classe contribuent à deux des niveaux de genèses instrumentales qui nous intéressent : l'enjeu de la formation est de contribuer aux genèses instrumentales professionnelles de l'enseignant pour l'amener à lui-même être capable d'organiser des situations permettant d'organiser les genèses instrumentales des élèves.

Pour terminer nous avons utilisé un modèle de scénario de formation utilisé dans les travaux liés à la double approche (Pouyane et Robert, 2004, 2005). Il est basé sur l'analyse des pratiques professionnelles au moyen d'une vidéo. Quatre temps y sont définis : une analyse a priori de la séance proposée et l'émission d'hypothèses sur les effets des pratiques enseignantes ainsi que sur l'activité de l'élève ; une analyse de la vidéo et une confrontation du prévu avec le réalisé ; une recherche d'alternatives basées sur la question « Et vous, qu'auriez-vous conçu en termes de situation à la place de l'enseignant observé » ; et enfin une discussion autour d'une problématique émergeant des trois premiers temps.

3. Données et exemples

Les données ont été recueillies durant deux mises en œuvre du scénario que nous venons d'évoquer. La durée de l'expérimentation a été de trois heures à chaque fois en formation continue, intégralement filmées et transcrites. La première séance concernait des professeurs du secondaire, la seconde a réuni des enseignants du primaire et du secondaire. Les deux séances s'appuyaient sur des vidéos montrant l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique et questionnant la démonstration en géométrie, la première au niveau de la classe de quatrième et la seconde pour la

liaison école-collège. Les transcriptions ont été analysées d'un point de vue quantitatif (temps de parole des protagonistes, type d'échanges) et d'un point de vue qualitatif relatif au contenu du discours. À titre d'illustration, nous présentons ici une des situations qui a été filmée en classe puis utilisée en formation. Il s'agit d'un problème ouvert au sens d'Arsac et Mantes (2007), c'est-à-dire qu'il n'a pas une unique solution attendue des élèves au niveau d'enseignement où il est proposé et que l'objectif de l'enseignant est centré sur la recherche en elle-même. La figure 1 ci-dessous est donnée aux élèves ainsi que des informations sur la figure : « il s'agit d'un cercle, B et F sont des points du cercle... » Ils doivent alors construire la figure dans un logiciel de géométrie dynamique (LGD) puis répondre à la question : « Lequel des deux segments [EG] ou [AC] est le plus grand ? »

La situation a été filmée dans deux classes avec une même enseignante puis un montage a été réalisé pour présenter dans un temps réduit l'ensemble des deux séances.

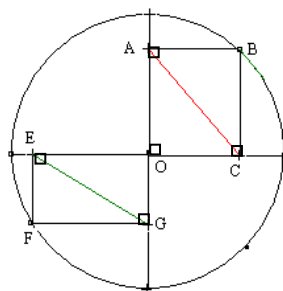


Figure 1 : illustration de l'exercice posé aux élèves

Lors de la formation, les enseignants doivent d'abord analyser la situation et chercher à anticiper les difficultés des élèves. Une fois cette analyse mise en commun ils visionnent le film et analysent le décalage entre ce qui se passe et ce qu'ils avaient anticipé. C'est principalement au cours de cette phase qu'émergent des savoirs de formation. Ils perçoivent à ce moment de la formation que l'usage du LGD dans la phase de construction et dans la phase de conjecture est différent. Faire construire la figure dans un LGD permet, par exemple, de mettre à profit les primitives du logiciel (les instructions qui permettent de construire telles que « parallèle à ... passant par ... ») pour travailler le formalisme mathématique alors dans la phase de conjecture il est permis d'examiner un grand nombre de configurations en faisant se déplacer B et F sur le cercle. Les stagiaires proposent donc un deuxième point d'entrée possible dans la situation, avec le dessin réalisé dans le LGD, qu'il ait été fait par l'élève lui-même lors d'une séance préalable ou qu'il ait été fourni par l'enseignant. Avec ce point d'entrée le LGD est un outil de conjecture qui permet à l'élève de travailler sur une classe de dessins et non sur un dessin. Les écueils possibles sont également listés comme par exemple le risque de nuire à l'idée de démonstration en fournissant une garantie de la véracité du résultat au même titre que la calculatrice permet de donner une garantie du résultat d'un calcul.

La phase de recherche d'alternatives montre une évolution dans les représentations des stagiaires. Ils réaffirment la dissociation des rôles du LGD dans les différentes phases, envisageant même pour certains de supprimer cette phase de construction au profit de la phase de conjecture. Ils discutent également la place du travail sur ordinateur et la nécessité d'amener les élèves à se détacher de l'écran tant dans les phases de consignes que dans les phases d'argumentation. Ce travail entraîne également des débats autour de la preuve mathématique. En effet, en fonction du moment de l'année les élèves connaissent ou non la propriété d'égalité des longueurs des diagonales du rectangle. Un stagiaire propose alors d'utiliser cette situation pour amener cette propriété, ce qui choque certains de ces collègues : pour eux, constater qu'une propriété est vraie s'oppose à leur représentation des mathématiques. Cette discussion mène les stagiaires à se rendre compte qu'ils n'ont pas les moyens de prouver cette propriété aux élèves de ce niveau alors que la

propriété est dans les programmes. Lors de cette phase de discussion le formateur essaie de rester en retrait afin de conserver la dimension a-didactique de la situation.

4. Résultats

La méthodologie utilisée, une ingénierie didactique de formation, nous a conduits à un travail de validation interne de nos hypothèses. Nous avons formulé à partir des hypothèses sept critères d'analyse permettant cette validation :

- l'identification et la formulation par les stagiaires des problèmes professionnels sous-jacents aux pratiques analysées ;
- la confrontation des représentations, la mobilisation et le questionnement des systèmes d'analyse des pratiques existant chez les stagiaires ;
- l'implication personnelle du stagiaire ;
- le développement de systèmes d'analyse en lien avec une possible implémentation des technologies dans les pratiques ;
- la dimension a-didactique de la formation (c'est-à-dire sans apport direct de connaissance de la part du formateur) ;
- l'analyse des pratiques professionnelles dans les différentes dimensions de la double approche ;
- l'identification des indices d'une genèse instrumentale pour la classe permettant aux enseignants non seulement d'envisager des actions instrumentées mais d'en envisager les implications sur l'activité de l'élève.

À l'issue de l'expérimentation, nous avons pu vérifier la plupart des sept critères de l'analyse. Toutefois, des écarts sont relevés en ce qui concerne l'a-didacticité de la situation. La formation comporte bien certains moments a-didactiques comme prévu, mais on observe aussi un retour à des interventions didactiques quand le formateur est confronté à des imprévus dans le déroulement de son scénario.

Les systèmes d'analyse des pratiques mobilisés par les stagiaires, autour du problème professionnel, portent principalement sur des pratiques n'utilisant pas les technologies. Il est vraisemblable que leur pratique dans ce domaine soit peu suffisante pour engendrer des savoirs professionnels. On observe donc une utilisation de pratiques d'enseignement des mathématiques dans des environnements papier-crayon au service des pratiques en environnements technologiques.

Le travail sur les genèses instrumentales professionnelles de l'enseignant, dissociées de celle de l'élève paraît permettre en retour une première réflexion sur la genèse instrumentale potentielle de l'élève.

Une analyse des situations observées prenant en compte plusieurs dimensions des pratiques au sens de la double approche et basée sur l'analyse de la relation pratique de l'enseignant – activité de l'élève a permis de montrer que les composantes cognitive et médiative constituent un réel apport à la formation et qu'elles permettent aux stagiaires d'envisager la situation professionnelle de façon plus large. L'analyse de vidéo, portant sur ces différentes composantes, fournit aux enseignants une matière qui leur permet de formuler des savoirs sur les pratiques. En revanche le travail sur les composantes à accès indirect des pratiques, comme par exemple la composante institutionnelle, semble n'apparaître que comme un outil d'enrôlement dans la situation de formation. Cela permet, en particulier, aux stagiaires de vérifier la compatibilité des dispositifs proposés par le formateur avec leurs conditions de travail personnel et leurs propres contraintes.

L'analyse d'une pratique ordinaire a favorisé l'identification des points d'achoppement, des difficultés inhérentes à un manque d'anticipation des phénomènes didactiques liés à l'utilisation des technologies. L'analyse de cette pratique permet aux stagiaires de confronter leurs propres représentations et d'identifier des causes de ces difficultés. La première, est le manque d'anticipation des besoins instrumentaux de la situation ; la seconde, est le manque de connaissances théoriques sur les effets pédagogiques et didactiques de l'utilisation des technologies.

5. Discussion

Les pratiques de formations sont complexes et le cadre théorique que nous avons conçu permet de rendre compte de cette complexité. Néanmoins une de ses faiblesses réside dans la difficulté à intégrer les différents niveaux de résultats qu'il produit : contribution aux genèses instrumentales, connaissance des différentes composantes des pratiques, savoir de formation... Ce constat renvoie à la question du choix de cadres théoriques permettant l'analyse des situations de formation. Nous rejoignons ici Llinares et Krainer (2006) qui soulignent que les recherches sur la formation des enseignants de mathématiques reflètent une grande variété de références théoriques, souvent liées à des spécificités locales ce qui pose indéniablement la question de la généralisation de leurs résultats.

À travers nos deux temps de travail, nous pensons avoir contribué à approcher un des points aveugles dans le champ de la recherche sur les usages des technologies dans l'enseignement en apportant quelques hypothèses explicatives qui restent à vérifier à une plus grande échelle. Cette première approche devrait se poursuivre par une étude du développement professionnel des formateurs en le considérant comme un processus d'apprentissage lié à une pratique réflexive, à l'utilisation de ressources issues des recherches ainsi que de la littérature sur la formation.

Notre deuxième temps de travail, qui est celui que nous avons explicité dans cette communication, montre en particulier que les enseignants sont capables, confrontés à une situation d'analyse d'une activité d'enseignement, de mobiliser des savoirs issus de leur propre pratique pour résoudre des problèmes professionnels et d'en proposer une formulation, même si ces problèmes se situent dans un environnement relativement nouveau pour eux. Ce résultat qui nous semble probant demande néanmoins une validation prenant en compte un temps de formation plus long et portant sur des situations plus diverses.

Notre étude nous permet également de poser la question de l'identification de savoirs et de moyens dont peuvent user les formateurs pour que s'opère, chez les enseignants stagiaires un réel processus de professionnalisation qui est un des enjeux actuels de la formation continue et qui s'articule avec la question de la place de ces savoirs dans les formations universitaires professionnalisantes qui sont en pleine évolution actuellement en France.

6. Références et bibliographie

- Abboud-Blanchard, M. Emprin, F. (2009). Pour mieux comprendre les pratiques des formateurs et de formations TICE, Recherche et Formation, n°62, 125-140, Eds INRP.
- Arsac, G. Mante, M. (2007). Les pratiques du problème ouvert, CRDP Lyon.
- Artigue, M. (2010 – à paraître). L'ingénierie didactique comme thème d'étude. Cours d'introduction de la 15ème Ecole d'été de didactique des mathématiques. In En amont et en aval des ingénieries didactiques. Eds La pensée sauvage.
- Artigue, M. (2002). Ingénierie didactique : quel rôle dans la recherche en didactique aujourd'hui. Revue Internationale des Sciences de l'éducation, n°8, 59-72
- Gambert, P. Bonneau, J. (2005). Portrait des enseignants du premier degré. Interrogation de 1000 enseignants du premier degré en mai-juin 2004. Les dossiers évaluations et statistiques, n°167, Ministère de l'Education Nationale Enseignement Supérieur Recherche (Direction de l'évaluation et de la prospective).
- Houdement, C. Kuzniak, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques 16/3, La Pensée Sauvage.
- Jones, A. (2004). A review of the research literature on barriers to the uptake of ict by teachers. Becta.
- Korte, W.B., Hüsing, T. (2006). Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006 - Results from Head Teacher and Classroom Teacher Surveys in 27 European Countries. In: Méndez-Vilas, A., A. Solano Martin, J. Mesa González, J.A. Mesa González (des.): Current Developments in Technology-Assisted Education (2006) Vol. 3, Badajiz, 2006, pp. 1652-1657
- Llinares, S. Krainer, K. (2006). Mathematics student teachers and teacher educators as learners. in Handbook of research on the psychology of mathematics education, Gutiérrez & Boero eds., Sens Publishers UK.

- Larivain, C. Cormier, J.Y. (2005). Portrait des enseignants de collèges et lycées Interrogation de 1 000 enseignants du second degré. Les dossiers évaluations et statistiques, n°163, Ministère de l'Education Nationale Enseignement Supérieur Recherche (Direction de l'évaluation et de la prospective), avril 2005, 182p
- Ministère de l'Education Nationale, (2004). Les attitudes des enseignants vis-à-vis des technologies de l'information et de la communication dans les premier et second degrés. Les dossiers, n° 257. Disponible sur Internet : <<http://www.educnet.education.fr/textes/rapports/tice-e-formation/enseignement-scolaire/2004/dep>>, consulté le 30 novembre 2009.
- Perrenoud, P. (1999). De l'analyse de l'expérience au travail par situations-problèmes en formation des enseignants. in E. Triquet, et C. Fabre-Cols, [dir], Recherche (s) et formation des enseignants : 2ème colloque international, Grenoble : IUFM de l'académie de Grenoble.
- Pouyanne, N. Robert, A. (2004). Formation d'enseignants de mathématiques du second degré : élément pour une formation, Document pour la formation des enseignants. Cahier bleu de DIDIREM n°5 juin 2004, . Université Paris 7 - Denis Diderot.
- Pouyanne, N. Robert, A. (2005). Analyse de vidéo de séance de classe : des tâches prescrites aux activités des élèves en passant par des pratiques des enseignants de mathématiques (seconde degré). Document pour la formation des enseignants, Cahier bleu de Didirem n°2 mai 2005. Université Paris 7 - Denis Diderot.
- Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains. Armand Colin : Paris.
- Rabardel, P. (1999). Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. Conférence, Actes de l'université d'été de didactique des mathématiques, Université de Caen.
- Robert, A. (1999). Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe. Didaskalia, n° 15.
- Robert, A. (2005). Sur la formation des pratiques des enseignants de mathématiques du second degré. Recherche et formation, n° 50.
- Schön, D.A. (1994). Le praticien réflexif. (J. Heynemand, & D. Gagnon, Trads.) Les éditions Logique.
- Trouche, L. (2004). Environnements informatisés et mathématiques : quels usages pour quels apprentissages ? Educational Studies in Mathematics 55: pp 181–197.