TRANSPOSITION DIDACTIQUE INTERNE
ET
DIALECTIQUE DES MÉDIAS ET DES MILIEUX

Floriane Wozniak

LEPS, Université de Lyon 1 & IUFM de l'académie de Lyon

Résumé

L'objet de cette communication est d'interroger la question de la mise en œuvre de la *dialectique des médias et des milieux* lorsque le professeur conçoit et élabore l'enseignement d'un objet de savoir mathématique. Plus précisément, nous nous intéressons aux professeurs des écoles[1] qui enseignent les mathématiques à l'école élémentaire. La question que nous nous proposons d'étudier pourrait donc se formuler ainsi : *Comment la dialectique des médias et des milieux peut-elle rendre compte du travail d'élaboration d'un enseignement des mathématiques à l'école élémentaire ?* Nous montrons que la mise en œuvre de cette dialectique lors de la conception d'un enseignement est au fondement du travail du professeur et doit être prise en charge dans le cadre de sa formation.

Abstract

The aim of this communication is to question the issue of implementing the *dialectic of media and milieus* when the professor conceives and elaborates the teaching of an object of mathematical knowledge. More precisely, we are interested in primary school teachers who teach mathematics. The issue that we deal with could thus be stated as follows: *how can the dialectic of media and milieus explain the planning of a mathematics lesson by the elementary school teacher?* We show that the implementation of this dialectic during the conception of a teaching project is the foundation of the teacher's work and that it has to be included in his training.

1. Le problème praxéologique du professeur

L'un des problèmes praxéologiques du professeur est de « préparer son cours » avant de « faire le cours », c'est-à-dire de répondre à la question *comment organiser l'étude d'un objet de savoir (mathématique) pour, et dans, la classe ?* Pour résoudre ce problème professionnel, le professeur conduit un travail de transposition didactique interne afin d'élaborer une organisation mathématique idoine à l'institution scolaire et concevoir une organisation didactique qui fasse vivre l'organisation mathématique considérée. En théorie anthropologique du didactique, l'étude d'un problème se modélise (Chevallard, 1999) par l'élaboration d'une organisation praxéologique : identifier le type de tâches à réaliser T, construire une technique τ qui permette de l'accomplir, produire un discours technologique θ qui puisse rendre compte de cette construction tout en l'inscrivant dans une problématique plus large, une théorie Θ. Ainsi, résoudre un problème revient à construire un complexe praxéologique, formalisé par un système $[T/\tau/\theta/\Theta]$. Par exemple, si le problème du professeur

[1] Les professeurs des écoles enseignent en école maternelle – les élèves ont entre 3 ans et 6 ans – ou en école primaire – les élèves ont entre 6 ans et 11 ans – plusieurs disciplines : français, histoire, géographie, disciplines artistiques, sciences expérimentales et mathématiques. L'école primaire comporte le cours préparatoire (CP), le cours élémentaire 1re et 2e année (CE1 & CE2) et le cours moyen 1re et 2e année (CM1 & CM2).

est de choisir un exercice parmi plusieurs du même type, il peut utiliser comme technique l'identification des variables didactiques ; son choix pourra alors être justifié par les effets sur l'organisation mathématique (locale) du jeu sur ces variables didactiques, justification qui s'intègre, évidemment, dans le champ des savoirs didactiques. Si nous considérons à présent le problème praxéologique du professeur – *comment organiser l'étude d'un savoir à enseigner ?* –, nous pouvons décrire une technique qu'il peut mettre en œuvre pour construire *sa* propre réponse grâce au schéma classique de l'étude d'une question (Chevallard, 2001). Dans un premier temps, il s'agit de regarder et *observer* les réponses déjà présentes dans la culture, c'est ainsi qu'il va consulter, par exemple, des manuels, ses collègues, des sites Internet, des revues professionnelles, etc. Après ce temps d'observation, on entre dans un processus d'*analyse* expérimentale ou théorique des réponses déjà construites par d'autres, permettant ainsi leur *évaluation*, condition *sine qua non* au *développement* d'une réponse (personnelle) à la question initiale[2]. Ce processus de l'étude d'une question se conclut par la production d'un discours, au moins pour lui-même, d'*explicitation* de la réponse produite. Cette réponse, comme produit intentionnel de l'activité humaine est alors appelé une *œuvre* (Chevallard, 1995) :

> J'appelle œuvre toute production humaine *O* permettant d'apporter réponse à un ou des types de questions *Q*, questions « théoriques » ou « pratiques », qui sont les raisons d'être de l'œuvre – et cela sans considération de la « taille » de l'œuvre (parmi les œuvres, beaucoup sont des « œuvrettes » : par exemple, la théorie de la transposition didactique). Voilà donc pour une ébauche de définition en compréhension – définition qui, par exemple, me permet de dire que l'École, et aussi la position de professeur au sein de l'École, et encore le cours magistral, sont des œuvres, c'est-à-dire des réponses en acte à certains types de questions.

L'élaboration d'une planification sur l'année, d'une progression et de l'ensemble des séances d'enseignement – c'est-à-dire la construction d'organisations mathématiques ponctuelles, locales et régionales structurées en une organisation mathématique globale (Chevallard, 2002b) – est, à un moment donné, la réponse du professeur à son problème praxéologique. Cette réponse, jamais vraiment définitive, est l'*œuvre du professeur* en construction (Margolinas & Wozniak, *à paraître*).

2. Une enquête auprès de professeurs des écoles

Durant l'année 2004, l'équipe DémathÉ[3] a interrogé dans leur classe, sous la forme d'entretiens semi-directifs d'une heure, dix professeurs des écoles enseignant en école élémentaire sur leurs usages de la *documentation scolaire*. Le mot *document* est ici employé dans son acception la plus large, tel qu'il est défini par le Littré, comme une « chose qui enseigne ou renseigne ». La documentation scolaire est donc l'ensemble des documents – œuvres plus ou moins inscrites dans la culture des professeurs – dont le professeur peut

[2] L'étude d'une question *Q* engendre nécessairement d'autres questions Q_i qu'il s'agira aussi d'étudier. Ainsi, en dépit de la présentation linéaire que nous venons de faire, c'est bien d'un ensemble de cycles d'étude de questions qui s'enchevêtrent qu'émergera la réponse $R^{\heartsuit}$ à la question initiale.

[3] Les membres de l'équipe DémathÉ (Développement des Mathématiques à l'École) de l'Institut National de la Recherche Pédagogique (INRP) sont : Claire Margolinas (responsable), Bruno Canivenc, Marie-Christine De Redon, Olivier Rivière, Floriane Wozniak.

disposer : manuels scolaires, fichiers de l'élève, livres du maître, revues professionnelles, sites Internet, programme d'enseignement et documents d'application ou d'accompagnement, ouvrages pédagogiques, documents de la formation initiale ou continue, etc.

Ces entretiens ont permis de révéler un fait essentiel : l'*œuvre du professeur*, comme réponse au problème professionnel de l'organisation de l'étude des élèves, se construit et se développe autour d'un *document générateur* (Margolinas & Wozniak, *à paraître*). En effet, c'est autour d'un document « élémentaire » que se cristallise le travail de développement de l'œuvre du professeur, comme la perle de l'huître se construit autour du grain de sable. À partir d'un premier document, le plus souvent un manuel ou un fichier d'élève, l'œuvre du professeur s'élabore par petites touches : ajouts, retraits, compléments font progressivement évoluer le document générateur jusqu'à presque se fondre et disparaître – au moins dans le discours du professeur – pour devenir l'*œuvre du professeur*. C'est ainsi que tel professeur interrogé a pu déclarer sans hésiter :

> J'ai ma bible entre guillemets, ou les élèves ont leur bible. C'est ce que j'appelle leur cahier de leçons. Il s'améliore d'année en année. Quand je vais arrêter, je vais être au Top, ça va être dommage !

À entendre ce professeur, l'œuvre, au sens que nous lui donnons en théorie anthropologique du didactique, rejoindrait presque, pour lui, la notion de *chef d'œuvre* du compagnon[4].

L'œuvre du professeur est ainsi la réponse $R^{\heartsuit}$ qu'il a construite à la question Q – « Comment organiser l'étude d'un objet de savoir mathématique ? ». Le travail d'élaboration de $R^{\heartsuit}$ s'appuie sur l'observation, l'analyse et l'évaluation de réponses $R^{\diamondsuit}_i$ issues d'œuvres déjà présentes dans la culture. Ces œuvres $R^{\diamondsuit}_i$ sont autant de matière à « travailler » et à « interroger » nécessitant le recours à d'autres œuvres O_i qui serviront d'outils de travail. Ainsi le *milieu* de l'étude de Q pour construire $R^{\heartsuit}$ est-il constitué de deux types d'œuvres O_1, …, O_m, les réponses $R^{\diamondsuit}_1$, …, $R^{\diamondsuit}_k$ et les outils mobilisés O_{k+1}, …, O_m pour les éprouver. Mais comment sont analysées et évaluées les œuvres $R^{\diamondsuit}_i$? Quels sont les milieux idoines qui permettent de les mettre à l'épreuve ? Parmi les différentes dialectiques qu'Yves Chevallard (2001) a identifiées, c'est la dialectique de la conjecture et de la preuve, ou dialectique des médias et des milieux, qui permet de rendre compte de la façon dont les $R^{\diamondsuit}_i$ sont questionnées, car « contre la mise à l'épreuve réglée à l'avance d'assertions réputées sûres en vertu surtout de l'autorité de l'institution, [cette dialectique] engage à soumettre les assertions obtenues à la critique des diverses dialectiques et à évaluer le degré d'incertitude d'une assertion donnée ».

Les entretiens réalisés attestent d'un questionnement, essentiellement fondé sur les choix à réaliser entre différentes mises en texte de l'objet de savoir à enseigner. Il s'agit donc, le plus souvent, de déterminer laquelle des $R^{\diamondsuit}_i$ est la bonne candidate à devenir une $R^{\heartsuit}$, éventuellement au prix de petits ajustements. Mais les choses ne sont pas aussi simples. Aussi

[4] La tradition du compagnonnage existe en France depuis le XVIIe siècle. Il s'agit d'une association de professionnels – historiquement des métiers d'art comme l'ébénisterie – constituant un réseau d'entraide et dont l'objectif est la transmission de leurs savoirs, ou plutôt « l'art de leur métier ». Pour devenir compagnon, le jeune apprenti doit offrir son « chef d'œuvre » à la société de compagnons qui l'a formé. Ce chef d'œuvre qui couronne sa formation, témoigne de la maîtrise qu'il a de son métier et contribue à en développer les savoirs.

nous écouterons quelques professeurs nous dire comment ils utilisent les œuvres qui leur sont accessibles pour concevoir leur enseignement.

Nous avons choisi de nous intéresser à trois professeurs des écoles qui utilisent dans leur classe un fichier d'élève. Les caractéristiques d'un tel type de média contraignent fortement l'activité du professeur. Il s'agit, en effet, d'un manuel dans lequel, à la suite de chaque exercice, un espace est réservé pour que l'élève y consigne sa réponse, chaque double page représentant une séance d'enseignement. Par ailleurs, il est conçu pour être utilisé linéairement, à un rythme régulier, parfois même quotidiennement.

3. Un élève professeur aux prises avec un fichier d'élève

Dans le cadre de leur formation en IUFM (Institut Universitaire de Formation des Maîtres), les élèves professeurs des écoles doivent rédiger un mémoire qui rende compte de l'étude d'une question professionnelle. Durant l'année universitaire 2006-2007, une élève professeure des écoles a choisi d'étudier « les intérêts et les limites de l'utilisation du fichier *J'apprends les maths* dans la pratique professionnelle d'un jeune enseignant »[5]. Cette professeure effectue alors un stage, un jour par semaine, dans une classe à double niveau – un CE1/CE2 – dans laquelle le professeur titulaire utilise un tel fichier quotidiennement. Elle se doit alors de respecter un tel choix, ce qui constitue une contrainte incontournable dans sa pratique d'enseignement : « Très vite, nous dit-elle, j'ai éprouvé une gêne. Lors des premières séances, les élèves m'ont donné l'impression de ne pas avoir besoin de moi. »

Après une présentation du fichier, son verdict tombe : « Ce fichier semble tout prendre en charge : présentation, exercices, institutionnalisation, programmation, progression, choix pédagogique. » Cependant, si elle souligne en introduction le caractère problématique de l'emploi du fichier pour la construction du *topos* du professeur, elle y voit aussi maintenant certains avantages du fait de son double statut de professeur des écoles[6] et de débutante : « Un tel fichier est séduisant et sécurisant car des spécialistes se proposent de nous aider dans la mise en place de notre travail […]. Cela permet de se rassurer mais aussi de confirmer ou au contraire d'infirmer nos intentions pédagogiques. » Pour cette élève professeure, en effet, « il n'est pas toujours évident de faire des choix et avoir un support qui aide à le faire est précieux » car « lorsqu'on débute, nous avons besoin de modèles ». En peu de mots, beaucoup est dit. En premier lieu, pour s'engager dans une dialectique des médias et des milieux, la question de la *légitimité* est essentielle : pour aller « contre » une institution, en l'occurrence une œuvre inscrite dans la culture professionnelle, le sujet doit se penser comme autorisé à le faire. Il y a là un problème de formation citoyenne que l'École *devrait* permettre

[5] Le mémoire de cette élève professeure des écoles n'a pas été encadré par l'auteure de ces lignes mais par un autre formateur de l'IUFM de l'académie de Lyon.

[6] Pour devenir professeur des écoles en France, il est nécessaire d'avoir une licence dans une discipline universitaire quelconque. Un professeur des écoles ne peut donc être spécialiste de toutes les disciplines qu'il enseigne – il arrive même qu'il ne soit spécialiste d'aucune d'entre elles. À la session 2006, parmi les candidats admis au concours de recrutement des professeurs des écoles (CRPE) 2,4 % avaient une licence (3e année de licence) ou une maîtrise (1re année de master) de mathématiques alors qu'ils sont, par exemple, 7,3 % à avoir fait des études de biologie et géologie ou 12,5 % à avoir suivi des études de sciences de l'éducation. (Note d'information du ministère de l'éducation nationale, l'enseignement supérieur et la recherche disponible sur l'Internet : http://media.education.gouv.fr/file/54/4/5544.pdf.)

de dépasser, nous savons qu'il n'en est rien ; être débutant ou ne pas être spécialiste ne devrait pas interdire de questionner le réel. D'autre part, il semble que pour cette professeure, c'est bien en faisant jouer les médias les uns contre les autres que $R^{\heartsuit}$ peut se construire. Aussi, une condition minimale pour que vive une telle dialectique dans la résolution du problème praxéologique du professeur est la capacité à identifier les types d'œuvres à convoquer selon leur fonction – fonction de ressources (« les modèles ») et fonction d'outils permettant de questionner ces ressources (« les supports » qui aident à « faire des choix »).

L'auteure du mémoire énumère alors les multiples avantages qu'elle voit à se décharger de l'organisation de l'étude en s'assujettissant au fichier : respect du programme d'enseignement[7] ; organisation mathématique globale jusqu'aux organisations mathématiques ponctuelles construites répondant ainsi au manque d'assurance du professeur débutant ; gestion matérielle de la classe facilitée par la présence dans un unique support des synthèses et des exercices ; aide à l'autonomie des élèves par une présentation uniformisée et la récurrence de certains types de situations – ce qui facilite, par exemple, la prise en charge d'une classe à plusieurs niveaux. Cependant, en dépit des multiples avantages que cette élève professeure trouve à ce fichier pour sa pratique professionnelle, elle revient sur la question de son *topos* avec des arguments qui disent bien de quoi se nourrit cette culture assumée de l'idiosyncrasie professionnelle. En effet, dès lors « qu'énormément de choses (et de choses variées) sont prises en charge », cette professeure s'interroge :

> [Comment] pouvais-je manifester ma personnalité, c'est-à-dire comment pouvais-je encore être responsable de choix, comment pouvais-je manifester mes intentions pédagogiques ? Un sentiment d'absence de liberté m'a très vite envahie ce qui m'a conduit à me sentir inutile parfois.

Ce sont cependant des éléments d'ordre didactique qui vont être avancés pour illustrer les manques du fichier et justifier, ainsi, les difficultés de cette professeure à s'y inféoder. Un premier exemple est relatif à la nécessaire maîtrise de la construction de l'organisation des savoirs, lorsqu'on souhaite, dans un abord fonctionnaliste, articuler entre eux des savoirs à enseigner de différentes disciplines :

> J'aurais trouvé pertinent que la soustraction soit abordée au moment où en découverte du monde les élèves faisaient au gros travail sur la frise chronologique. Alors qu'ils opéraient dans cette matière des remontées et des va-et-vient temporels, il me semble que c'eût été judicieux à ce moment-là de proposer une séquence sur la soustraction.

Relatant une séance d'enseignement qui était en décalage par rapport à ce que savaient faire les élèves, la professeure des écoles dont nous lisons le mémoire professionnel, fait état de ce qui est, pour elle, le substrat sur lequel se nourrit la dialectique des médias et des milieux dans la construction de $R^{\heartsuit}$:

> [C'est le professeur] qui doit opérer les réajustements nécessaires car les manuels quels qu'ils soient sont conçus pour des élèves hypothétiques à propos desquels on peut se permettre des hypothèses mais sur lesquels on a peu de certitudes. Le maître détient un savoir qu'il doit transmettre mais son plus grand « savoir » est sa bonne connaissance qu'il a des élèves. Et c'est cette connaissance qui va lui permettre de faire les choix pertinents dans sa gestion de la classe et des apprentissages.

[7] Notons toutefois que, dans le mémoire, nous ne trouvons pas trace d'une analyse permettant d'en attester.

Ainsi donc, la mise à l'épreuve des ressources se fait à l'aune des difficultés des élèves. C'est la classe qui, pour cette professeure, est la principale composante du milieu qui lui permettra de valider le degré de pertinence des ressources $R^{\lozenge}_{i}$ et celui de $R^{\heartsuit}$. Mais il ne s'agit pas seulement de cela. L'exemple que cette professeure donne à la suite dans son mémoire professionnel est relatif au nécessaire travail de régulation : si l'organisation mathématique est trop rigide, il devient alors impossible de mettre en place des organisations didactiques de régulation.

Concernant l'enseignement de la géométrie, ce sont d'abord les conditions matérielles qui sont critiquées : « Certains enfants semblent gênés par la présentation du fichier et par l'objet même, qui, pour le coup, est trop encombrant sur le bureau quand il s'agit de réaliser une figure. » Une courte indication du programme de la classe permet alors à cette professeure des écoles de souligner le manque de pertinence qu'il y aurait à confiner son enseignement dans un fichier : « L'instituteur peut également proposer des situations d'apprentissage dans un gymnase pour toutes les activités de structuration de l'espace » (p. 28). Certains travaux (Berthelot & Salin, 1992 ; Wozniak, 2000), ont montré, il est vrai, que l'enfermement chirographique, qui empêche l'exploration du méso-espace et du macro-espace, est très présent dans la culture scolaire en France. Le poids des conditions et contraintes macro-didactiques pèse en effet fortement sur les professeurs qui, pour s'en déprendre, doivent s'adosser notamment aux outils de la didactique, sauf à prendre le risque de ne pas être en mesure de porter un regard suffisamment distancié sur les ressources interrogées. Si les instructions officielles et le programme d'enseignement constituent des éléments incontournables d'un milieu idoine pour interroger ce fichier, d'autres œuvres doivent ainsi être mobilisées. Lorsque les connaissances didactiques font défaut, la classe peut être regardée comme un milieu empirique assumé : c'est ce que fait cette élève professeure. Dans le fichier utilisé, il y a beaucoup de représentations dessinées, toujours semblables. Spécifiques d'une technique pour un certain type de tâches, ces représentations figurées enferment l'élève dans l'identification et l'exécution de tâches toujours les mêmes et masquent les objets de savoir. C'est en proposant une situation relevant du même type de tâches que celui proposé dans le fichier mais dont tout indice graphique est absent que la professeure des écoles a mis en évidence, pour elle-même, ce phénomène :

> Cette expérimentation montre bien qu'il faut éviter d'instaurer des habitudes au niveau des représentations car ensuite on s'aperçoit que les notions ne sont pas réellement maîtrisées » (p. 30)

Voici, cependant, comment cette élève professeure conclut son travail :

> Cette expérience m'a permis de m'interroger sur ma pratique et sur l'utilisation des manuels car les remarques faites à propos de ce fichier sont selon moi valables dans le cadre de l'utilisation d'un autre manuel. En effet, en tant qu'enseignant, il convient de rester maître des apprentissages que nous organisons. Si les supports sont bien évidemment indispensables à la mise en œuvre de notre pratique (nous ne pouvons pas tout créer), ils ne doivent pas faire l'objet d'une utilisation exclusive. L'enseignant est le professionnel qui se trouve face à la classe. Il possède donc la connaissance : du groupe ; de chaque élève ; du mode de fonctionnement collectif et individuel. Ces données sont précieuses pour la conception des séances notamment pour effectuer les choix didactiques qui s'imposent et donc opérer les adaptations nécessaires. Les manuels ne peuvent dans ces conditions qu'être des supports que le maître

doit manipuler en fonction des programmes, de ses convictions pédagogiques, et surtout des élèves ». (p. 35)

Ainsi donc, *in fine*, en dépit du travail réalisé au cours de ce mémoire, les seules œuvres que cette professeure « reconnaît » comme des outils pertinents pour questionner les ressources utilisées sont le programme d'enseignement et la classe – et ses « convictions pédagogiques ».

4. La débutante mal assurée

Les deux professeurs des écoles auxquels nous nous intéresserons ci-après ont pour caractéristique commune un très fort investissement personnel attesté par l'ensemble des documents – utilisés ou produits – qu'ils présentent spontanément. Lors de l'entretien, ils se trouvent à deux moments différents de la construction de leur œuvre de professeur. Si l'on reprend, au moins métaphoriquement, le modèle des moments de l'étude (Chevallard, 2002a) on peut dire que la première (P_1) vient de dépasser le moment de la première rencontre et s'est engagée dans la construction d'une technique, tandis que le second (P_2) en est au moment du travail de la technique.

La première professeure illustre le cas d'une dialectique des médias et des milieux de faible amplitude : son *œuvre* $R^{\heartsuit}$ reste très proche de l'œuvre $R^{\diamondsuit}_1$ qui l'a engendrée. Lorsque l'entretien a lieu, cette professeure termine sa première année d'enseignement dans une classe de CP après avoir enseigné durant plusieurs années en école maternelle. Elle se définit comme « plus littéraire que matheuse » et nous précise que « les maths [lui] faisaient très peur ». L'utilisation du fichier est un choix de l'école : son usage lui a donc été imposé. Il y a là un élément important du système de contraintes qui pèsent sur P_1, ce qu'elle exprime clairement en ces termes : « J'ai eu du mal à rentrer dedans », commente-t-elle, à cause de « la contrainte de devoir faire les choses dans tel ou tel ordre ». C'est d'ailleurs ce malaise qui conduit P_1 à *étudier* tout un été le livre du maître, $R^{\diamondsuit}_1$, qui explicite l'organisation didactique permettant de mettre en œuvre l'organisation mathématique du fichier : « J'ai reconstruit la progression quinzaine par quinzaine ; donc j'ai suivi ce que le livre du maître disait et j'ai reconstruit la progression à ma façon pour construire les séances et pour voir où j'allais ». Elle ajoute : « Je remets à ma sauce. » Parallèlement, pour *travailler* la ressource $R^{\diamondsuit}_1$, cette professeure a expérimenté elle-même les situations didactiques proposées : « J'ai besoin, moi, de tester avant, de faire, de manipuler. » C'est donc ce travail conjoint d'excription/inscription et d'expérimentation qui permet à P_1 de construire sa réponse $R^{\heartsuit}$ à partir de $R^{\diamondsuit}_1$:

> « Je n'ai rien inventé, je reprends le livre du maître […]. Je simplifie des choses, je rajoute peut-être quelquefois des petits trucs, mais en gros c'est la même structure et moi après je m'y retrouve beaucoup plus vite parce que c'est moi qui l'ai fait, je m'y retrouve, hein. »

N'ayant pas les connaissances, notamment mathématiques, pour mettre à l'épreuve sa principale ressource, P_1 fait appel à une autre professeure qui enseigne au même niveau et avec laquelle elle travaille étroitement, construisant pour elle-même un système didactique dans lequel sa collègue devient son directeur d'étude :

> Je n'ai pas honte de dire que j'ai compris plein de trucs. J'ai compris plein de choses que je n'avais pas comprises. En particulier en numération… Que je n'avais jamais comprises. Et le fait d'être obligée de les expliquer, donc de les avoir parfaitement, de les posséder parfaitement, d'avoir parfaitement tout

compris, moi en faisant ça, ça m'a permis de parfaitement tout comprendre. Et après, quand je ne comprenais pas de demander à ma collègue, qui, elle, est plus scientifique. Et on a vraiment, on a vraiment échangé là-dessus et on a trouvé par exemple en géométrie, on a trouvé trois fois des erreurs dans le fichier de maths, qu'elle n'avait jamais vues. »

Ainsi l'étude du média que constitue la ressource $R^{\Diamond}_1$ fait-elle de celui-ci un milieu pour P_1 en vue de l'apprentissage de certains objets de savoir mathématiques.

Pour elle, ce qui nourrit la mise à l'épreuve des ressources $R^{\Diamond}_i$, et dont elle parle à de nombreuses reprises comme d'un élément essentiel dans l'apprentissage, c'est la place accordée à la manipulation, ou plutôt aux dispositifs matériels utilisés dans les situations didactiques. C'est ainsi qu'est apparue, au cours du processus de construction de $R^{\heartsuit}$, la question relative à la représentation figurée des nombres :

L'année dernière, je suis tombée sur un article dans *Éducation enfantine* qui parlait de ces fameuses cartes à points, utilisées en maternelle, moyenne section, grande section. Mais je me suis dit : « Pourquoi pas ? » J'ai essayé de comprendre comment ça marchait, je me suis renseignée un peu. J'ai trouvé des renseignements sur Internet, un site qui parlait de ça, j'ai fait mon petit truc à moi, et puis j'ai proposé à ma collègue.

La dialectique des médias et des milieux est en réalité minimaliste : il s'agit moins d'éprouver la pertinence didactique de cette ressource que de mieux circonscrire ses conditions d'usage. Le défaut de connaissances didactiques est d'ailleurs reconnu et c'est le milieu empirique que constitue l'activité des élèves dans la classe qui mesurera le degré de pertinence de cette nouvelle ressource. Ainsi P_1 propose-t-elle ceci à sa collègue :

« Est-ce que tu veux qu'on essaie de se servir de ça ? Est-ce que tu crois que ça pourrait nous aider pour lancer la numération et tout ? » Elle me dit oui, « oui pourquoi pas ». Donc on a ensemble construit notre matériel, on a essayé. Parce que moi j'avais… Ce qui me manquait… Je sentais que ça pouvait être intéressant, mais je ne savais pas très bien pourquoi.

Cependant la faible ampleur donnée à la dialectique médias/milieux conduit à un déficit de contrôle épistémologique. C'est ainsi que l'introduction de cette ressource $R^{\Diamond}_2$ comme un élément de $R^{\heartsuit}$ dont on sait la proximité avec $R^{\Diamond}_1$ est entrée en conflit avec l'organisation mathématique globale :

C'était très complémentaire parce que c'était pas abordé du tout de cette façon-là dans le fichier […] Alors au début cela nous a un petit gênées parce qu'il y a eu… Quand on a introduit nos cartes à points en fait, peut-être que nous on a été trop vite. En fait, je n'en sais rien mais on a devancé le fichier. Du coup on se retrouvait avec certaines, certains exercices où les enfants voyaient pas le problème, voyaient pas la difficulté parce qu'ils pouvaient résoudre avec leur système de cartes à points et ils ne voyaient plus l'intérêt.

La faible ampleur de la mise en œuvre de la dialectique des médias et des milieux dans la résolution du problème praxéologique du professeur et la quasi-clôture sur une seule ressource sont le produit du système de contraintes, objectives ou subjectives, dans lequel se trouve P_1. C'est ce qu'elle exprime lorsqu'elle évoque une autre ressource qu'elle a très peu consultée :

J'ai vite fermé parce que je me suis dit : j'arriverai pas au bout si je prends dans tous les sens, donc c'est vrai que moi, cette année j'ai beaucoup travaillé avec le fichier […] plus les cartes à points. Donc j'ai vu

un peu ce que j'avais sur *Éducation enfantine*, sur Internet, j'ai trouvé un site où on en parlait un peu, où il y avait des renvois, des références. Donc j'ai été un peu fouiller là-dessus mais sinon, non. Je n'ai pas plus fouillé que ça quoi.

Cependant, le système de contraintes évolue. Aussi P_1 annonce déjà que, pour l'année prochaine, elle a « vraiment envie de fouiller quelque chose en résolution de problèmes et en géométrie ».

5. L'enseignant expérimentateur dans sa classe

Le professeur que nous écoutons à présent a fait des études qui l'ont conduit jusqu'à un doctorat en STAPS (Sciences et techniques des activités physiques et sportives), auquel il a renoncé pour des raisons personnelles. Son rapport personnel aux mathématiques est ainsi différent de celui de P_1, puisqu'il déclare avoir « des affinités plutôt scientifiques ». Il semble penser son enseignement selon le schéma herbartien, même s'il en dit assez peu de choses. Des éléments de son discours permettent de faire seulement des hypothèses sur le(s) document(s) générateur(s) de son œuvre. Au moment de son entretien, il exerce son activité dans une classe à double niveau d'enseignement (CE1/CE2), cela pour la deuxième année consécutive. Il a toujours enseigné en école élémentaire et notamment dans des classes à double niveau. La technique de préparation de son cours dans ce contexte est donc bien rodée. Par ailleurs, il est maître formateur : il a donc reçu une formation, attestée par un diplôme, qui lui permet de porter un regard distancié sur ses pratiques professionnelles. C'est ainsi que, au cours de l'entretien, ce professeur est conduit à énumérer spontanément certains types de modifications des ressources $R^{\Diamond}_{i}$ – un exercice, une situation didactique par exemple – dans le travail d'élaboration de $R^{\heartsuit}$:

S'il fallait classer les modes de reconstruction ou de modifications, elles sont de plusieurs ordres. Il y a celles dont je ne suis pas satisfait de la présentation, alors là ça se divise en deux classes encore : présentation parce que c'est gourmand en feuille, si on doit faire des feuilles. […] et dans les écoles on n'a pas un budget illimité donc je les refais, […], c'est la première modification de forme ; et puis il y en a d'autres où tout me paraît intéressant mais pas la formulation de la consigne ou la présentation de la consigne. Alors pareil, je refais, ça c'est pour l'aspect modification à cause de la structure de l'exercice. Après il y a les modifications qui sont induites par les élèves, ou par le vécu de classe. Donc un jour je vais l'adapter un petit peu avant ou bien pour réduire des variables ou pas, donc ça va être plutôt des transformations, des modifications de l'ordre du didactique plutôt que de la présentation et puis il y a celles de test. Celles de test recherche dans lesquelles j'aime bien me retrouver de temps en temps où je vais essayer un nouveau truc, ça pourrait être intéressant que cela puisse marcher aussi quoi, ça permettrait peut-être à d'autres élèves de se sentir mieux dans celle là plutôt que dans une autre, d'avoir un corpus encore plus important…

En premier lieu, donc, une question d'intendance induite par une contrainte qui, dans l'échelle des niveaux de codétermination didactiques, relève de la société : des restriction budgétaires entraînent une restriction dans le nombre de photocopies que les professeurs peuvent faire [8]. Ainsi $R^{\heartsuit}$ se construit-il comme le fruit d'un compromis dans un système de conditions et de contraintes déterminées, et ce qui, ici, pourra exister, là ne le pourra pas. En second lieu, des

[8] L'usage lui-même de photocopies témoigne de conditions nées des changements survenus dans notre société autant que dans l'École.

modifications d'ordre didactique : le professeur peut juger une consigne peu compréhensible pour les élèves et la reformule (certains professeurs ne voient là qu'une modification de forme, alors qu'il s'agit bien souvent d'une modification du type de tâches proposé) ou la modifie par le jeu sur les variables didactiques. Ce type de transformation de $R^{\Diamond}_{i}$ pour en faire une réponse $R^{\heartsuit}$ est le fruit d'une mise à l'épreuve de la ressource utilisée : c'est parce que la réponse considérée $R^{\Diamond}_{i}$ n'est pas jugée pertinente sur le plan didactique qu'elle est modifiée ; il y a donc bien eu une analyse de la ressource considérée $R^{\Diamond}_{i}$. Mais il reste à déterminer quel milieu idoine a été construit pour produire celle-ci. Quelles sont, en effet, les œuvres qui ont permis une telle critique ? Comment celles-ci ont-elles été mobilisées pour produire une connaissance relative au « vécu de la classe » ? De cela, rien ne nous est dit. Enfin, dans le troisième type de reconstruction évoqué par P_2, nous retrouvons, comme avec P_1, le cas de l'expérimentation d'un exercice ou d'une situation didactique modifiés « juste pour voir », sans que les changements opérés aient été pensés. Il s'agit d'un moyen d'évaluer une réponse $R^{\Diamond}$ lorsque les connaissances font défaut pour en faire une analyse. Le milieu qui est alors convoqué est la classe elle-même. Nombre de professeurs disent mesurer le degré de pertinence d'une ressource à l'aune de leurs élèves. Mais, dans le cas de P_2, c'est là une démarche clairement assumée. Estimant avoir « un côté plus de chercheur », il avoue qu'il « aime bien chercher » et apporte ce commentaire :

> Je teste un truc qui me paraîtrait intéressant, ça ne marche pas, je reviens. Je suis en perpétuelle recherche. J'ai des documents qui ne sont pas très stables dans le temps j'aime bien tester, alors du coup on se raccroche au [fichier] après. Quelque chose qui est plus fixe, qui est plus suivi, plus fixe. Moi je pars un peu avec des procédures de recherche d'autre chose. C'est pas bien grave si c'est moi qui me plante parce que j'arrive à peu prés à analyser ce que j'ai fait et on rétablit et on explique ça avec les élèves et ils ont découvert autre chose : pourquoi ça ne marche pas, et on en discute. « juste pour voir ».

Mais à partir de quoi l'œuvre de P_2 se construit-elle? L'organisation de l'enseignement de P_2 repose sur une différenciation en trois groupes de l'ensemble des élèves de la classe [9]. Une évaluation en début d'année détermine le thème qui inaugurera l'année d'enseignement :

> C'est au bilan 0, pour savoir si je dois d'abord travailler plus sur les problèmes, sur les démarches, sur la numération, sur le calcul, donc je fais un bilan 0 ; je regarde en gros là où ils sont, le plus lacunaire, et je commence un peu par là […]. Leur plus grosse difficulté est primordiale pour moi.

Puis c'est au gré des besoins des élèves que l'enseignement se construit :

> C'est réfléchi-intuitif et en fonction de la demande. Ben, avec le rallye mathématique, s'ils rencontrent quelque chose de nouveau et qu'ils éprouvent un intérêt à le faire, eh bien ils le font, il y a un intérêt aussi. C'est un doux mélange de moi, de l'enfant et des programmes.

Cette volonté de construire un enseignement qui colle au plus prêt des besoins des élèves nécessite une grande rigueur pour rester dans le cadre des attentes de l'institution scolaire. C'est ce qu'explique, à sa façon, P_2 :

> C'est souple. Mais comme j'ai un fonctionnement souple, je ne veux pas me perdre, donc il me faut un outil beaucoup plus rigide. L'outil est rigide, ma programmation-progression est plus souple.

[9] Rappelons que la classe est déjà elle-même constituée d'élèves de deux niveaux d'enseignement distincts.

Ainsi l'épine dorsale de l'œuvre de P_2 est-elle une liste de compétences qu'il a construite à partir d'œuvres $R^{\Diamond}_{I,i}$ institutionnelles, dont le programme d'enseignement et ses documents d'accompagnement :

> J'ai repris le fichier d'aide à la programmation donné par le ministère que j'ai récupéré cette année. Je l'ai remis en forme comme ceci, cela fait quand même une programmation.

Il utilise ensuite un code de couleur par période d'enseignement pour garder trace des objets de savoir qui ont été travaillés, de ceux qui doivent être retravaillés ou qui ne l'ont pas encore été. À la lecture de cette liste, on constate qu'il s'agit moins d'une remise en forme des ressources institutionnelles que de l'élaboration d'un outil structurant l'activité du professeur. On retrouve ainsi la mise en œuvre d'une réelle dialectique de l'inscription/excription. Le mode de travail de ce professeur le conduit à recourir à de nombreuses ressources qu'il modifie et adapte en fonction de son projet d'enseignement :

> Je recrée au fur et à mesure ou que je pêche dans des manuels […]. Je me cale aussi en fonction du livre, du fichier ; mais j'ose sauter des pages, revenir en arrière, ou rester plus longtemps ou rester moins longtemps. Enfin cela dépend comment réagissent globalement les élèves. Je dis globalement parce qu'ils ont le droit beaucoup à revenir individuellement dessus par d'autres outils, soit plus basiques, moins pertinents mathématiquement parlant au niveau de la finesse de l'outil.

Ainsi, donc, pour P_2, rechercher des ressources dans les œuvres que sont les manuels, c'est partir à la pêche. Il y a en effet, dans la quête des ressources, un aspect erratique dont rend compte la dialectique du sujet/hors sujet. Significativement, P_2 emploie le verbe *oser* pour dire qu'il ne s'assujettit pas au fichier, dont il fait usage comme d'une « base d'exercices d'application ». Il n'est en effet pas dans les usages, nous l'avons vu, de choisir d'utiliser un fichier d'élève sans pour autant s'y soumettre. En réalité, c'est « pour des aspects pratiques » qu'il a choisi de les utiliser car leur ergonomie permet la mise en place rapide du travail en autonomie des élèves – rappelons que P_2 organise l'étude de trois groupes simultanément. Ainsi donc, une liste de compétences permet-elle à P_2 de contrôler l'élaboration progressive de l'organisation mathématique qui vit dans la classe. Au-delà de l'aspect fonctionnel du fichier des élèves – il assure une certaine cohésion de l'enseignement donné –, l'essentiel de l'œuvre du professeur – « tout ce qui était construction du savoir, c'était fait par moi-même » – s'élabore à partir de ressources diverses [10] qui sont certes interrogées à partir de ce que P_2 sait de sa classe mais pas seulement. Qu'est-ce qui constitue alors le milieu permettant de mettre à l'épreuve ces différentes ressources ? Sollicité pour citer ses besoins ou ses difficultés dans le travail d'élaboration de son enseignement, P_2 évoque d'abord le manque de « certaines bases théoriques qui se comblent de plus en plus mais ce n'est pas un manque dû aux maths, c'est un manque dû à moi. Enfin, je n'ai pas assez lu, je ne sais pas… ». D'une part, nous retrouvons là un phénomène qu'a évoqué P_1, le besoin de connaissances mathématiques *pour* le professeur qui ne se limitent pas aux seules connaissances mathématiques à enseigner. Mais il est aussi question de didactique :

[10] Nous pourrions montrer que parmi toutes les ressources que P_2 utilise, il en est une singulière – le document générateur de son œuvre – autour de laquelle son œuvre se construit. Mais ce n'est pas l'objet de ce texte.

> Les livres du maître qui expliquent simplement comment on utilise le manuel, ça ne m'intéresse plus parce qu'ils manquent de références théoriques dont on a besoin malgré tout pour pouvoir après reconstruire autre chose.

Si le livre du maître est rejeté, il n'en a, semble-t-il, pas toujours été ainsi. Les milieux idoines pour résoudre le problème praxéologique du professeur évoluent donc avec le temps, avec l'état des connaissances et la capacité à assumer une plus grande ampleur à la dialectique des médias et des milieux. Ici s'exprime clairement un besoin de connaissances didactiques, un besoin d'*œuvres* qui soient des outils pour mettre à l'épreuve les ressources, réponses déjà déposées dans la culture scolaire. Dans la suite du discours de P_2, nous comprenons qu'il s'agit de médias à destination des maîtres qui « ont assez de théorie et de mises en pratique directe pouvant être utilisées comme telles ». Ce type d'œuvres est en fait un compromis entre les besoins effectifs exprimés et les contraintes professionnelles – un professeur des écoles enseigne différentes disciplines et est présent 27 heures dans sa classe. Néanmoins, P_2 y voit une caractéristique individuelle : « Je privilégie ceux-là maintenant, par fainéantise je pense, parce qu'on n'a pas que les maths, parce que le discours qu'on a là, on pourrait le tenir dans les autres matières ». Les *œuvres* dont P2 exprime le besoin sont des œuvres qu'ils nomment des « références théoriques pragmatiques ». Ce sont des synthèses plutôt que de longs développement :

> J'ai pas envie de lire un livre complet qui va être dans l'argumentatif de pourquoi il dit que c'est comme ça, […] Ben, si on reprend Vergnaud, il y a une grosse théorie certainement derrière… Bon ça se passe comme ça. Je n'en ai pas besoin, je sais. La théorie pour moi pragmatique c'est celle-ci, on sait qu'il faut faire des problèmes de transformations, on peut jouer sur le départ, la fin de la transformation, faites comme ça. Donc on nous en dit un petit peu, que ça marche comme ça, qu'il y a plusieurs types de problèmes, on les décrit mais on argumente sur 50 pages pour savoir comment il faut faire.

Mais les œuvres qui servent de milieu dans le cadre de la mise en œuvre de la dialectique des médias et des milieux, sont aussi des ressources pour défendre la construction de l'œuvre du professeur :

> Je peux aussi dire je sais un petit peu ce que je fais. Parce que quand on fabrique quelque chose il faut bien quand même qu'on sache pourquoi on le fait et ce qu'on fait !

6. Dialectique médias/milieux et œuvre du professeur : une question pour la formation

Interrogé sur les ressources qu'il utilisait, P_2 évoque Internet et, à ce propos, rappelant les précautions d'usage de son utilisation, fait une incursion dans la formation des professeurs des écoles, exprimant ainsi le besoin d'apprendre à mettre en œuvre une dialectique des médias et des milieux :

> C'est Internet quoi, il y a de tout, même dans un site qui peut être bien. Comme *cartable*, il y a des choses bien mais il y a des choses pas bien non plus, quoi. Il faut arriver à être objectifs, quoi. Je crois que c'est la même chose avec l'IUFM quand les étudiants pensent qu'on leur a dit de ne pas avoir de manuels, ils ont ce sentiment-là souvent. Alors que je pense, moi, qu'on leur dit "faites attention quand vous utilisez un manuel". Dans le sens où vous pouvez les utiliser, mais soyez réflexifs dessus. Eh ben c'est la même chose. Ils ne prennent pas de manuel, ils vont sur Internet mais ils ne sont pas réflexifs donc ils prennent n'importe quoi aussi. Donc moi j'essaie d'être réflexif, donc. Après la pertinence c'est autre chose, voilà.

Mais que disent, à propos de leur besoin de formation à l'usage des manuels, les intéressés eux-mêmes ? Au mois de mai 2007, à l'issue de leur formation initiale, un questionnaire a été proposé à 40 élèves professeurs des écoles. Il apparaît nettement que ces futurs professeurs considèrent comme un élément important de leur activité leur capacité à utiliser un manuel scolaire de mathématiques. En effet, un seul d'entre eux considère comme inutile une telle formation alors qu'ils sont plus de la moitié (55 %) à la juger indispensable et près d'un tiers à la considérer comme nécessaire bien que non indispensable (32,5 %), le restant (soit 10 %) considérant que d'autres choses plus importantes doivent être abordées en formation – ce qui témoigne davantage, selon nous, de l'état de la formation [11] que d'un avis sur les besoins de formation. Lorsqu'on sollicite ces élèves professeurs sur les contenus d'une telle formation [12], l'un d'entre eux précise sa réponse en quatre points. Si l'on y trouve, naturellement, la volonté de s'assurer de la conformité des contenus avec les injonctions ministérielles [13], se sont davantage des questions d'ordre didactique qu'il s'agirait d'étudier d'après cet élève professeur : l'analyse de l'organisation mathématique globale du manuel [14] – « voir si la progression peut être utilisée ou non » – comme l'organisation mathématique ponctuelle sur un sujet donné [15] – « analyser la consigne d'un exercice » – mais aussi la cohérence épistémologique de l'organisation mathématique construite [16] – « expliciter de quelle manière il est possible de "mixer" les activités provenant de manuels différents ». La mention d'une formation à la mise en œuvre de la dialectique des médias et des milieux n'est par ailleurs pas absente : elle s'exprime dans la moitié des réponses au travers de la nécessité de faire « l'analyse des contenus » notamment pour déterminer la « validité des manuels par rapport aux contenus mathématiques », des questions qu'« on doit se poser avant d'utiliser un manuel », d'une formation à « l'esprit critique » et à la façon de déterminer « comment faire le tri entre les "bons" et les "mauvais" manuels » ou « choisir un manuel ».

Au travers du discours – écrit ou parlé – de ces trois professeurs, nous avons pu entr'apercevoir comment se met en œuvre la dialectique des médias et des milieux. Un fait essentiel s'est dégagé : le processus de construction de $R^{\heartsuit}$ se fait dans un espace de conditions et de contraintes déterminées. La possibilité de mobiliser ou non certaines œuvres conduit à des élaborations de $R^{\heartsuit}$ distinctes. En l'absence de connaissances didactiques, par exemple, tel professeur sera conduit à convoquer d'autres œuvres pour compenser ce manque, en interrogeant un autre professeur ou en assumant la classe comme un milieu empirique construisant ainsi des savoirs d'expérience.

Dans une société où le schéma herbartien n'est pas dans la culture partagée, seul l'enseignement permettra de dépasser cet interdit. Faire entrer dans la culture du professeur le

[11] Durant leur année de formation, la part relative à l'enseignement des mathématiques est de 40 heures pour les élèves professeurs des écoles interrogés ici.
[12] Il est intéressant de noter que 30 % d'entre eux n'ont pas répondu à cette question.
[13] Deux autres élèves professeurs, parmi les 28 (sur 40) qui ont répondu à cette question, y font référence.
[14] 5 professeurs, sur les 28 ayant répondu, font mention de l'usage des manuels pour concevoir une progression.
[15] 8 professeurs évoquent les exercices des manuels : comment les comparer, les modifier notamment pour prendre en charge l'hétérogénéité des élèves ou les intégrer à l'organisation didactique conçue.
[16] Si un autre élève professeur propose d'étudier « comment piocher de manière pertinente les éléments d'un manuel », deux d'entre eux font explicitement état du rapport entre le manuel de la classe et des autres « sources ».

schéma herbartien, pour conduire sa propre activité, est certainement une des conditions pour qu'un tel schéma puisse vivre dans la classe comme constitutive de l'activité des élèves.

Aussi nous conclurons en paraphrasant un passage de l'annonce de ce colloque : l'un des grands problèmes de la formation des professeurs (des écoles) est la généralisation de la capacité du professeur à situer sa pensée et son action dans une dialectique des médias et des milieux adéquate à l'évaluation de ses assertions et de ses décisions.

Bibliographie

Berthelot, R. & Salin, M.-H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse de doctorat. Université Bordeaux I, Bordeaux, France.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 19*(2), 221-266.

Chevallard, Y. (2001). Les TPE comme problème didactique. Actes de *Séminaire national de didactique des mathématiques*, Paris. IREM de Paris VII et ARDM.

Chevallard, Y. (2002a). Organiser l'étude. Structures et fonctions. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Eds.), *Actes de la 11e école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 3-22). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (2002b). Organiser l'étude. Écologie et régulation. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Eds.), *Actes de la 11ème école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 41-56). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. In S. Maury & M. Caillot (Eds.), *Rapport au savoir et didactiques* (pp. 81-105). Paris: Fabert.

Chevallard, Y. (2007). Journal du séminaire DSMF. Didactique des savoirs mathématiques pour formateurs. Disponible sur l'Internet :

http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/fdf/2006-2007/excursus07.html

Margolinas, C. & Wozniak, F. (*à paraître*). Usage des manuels dans le travail du professeur: l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. In J. Lebrun & D. Niclot (Eds.), *Les manuels scolaires : réformes curriculaires, développement professionnel et apprentissages des élèves*. Numéro spécial de la Revue des Sciences de l'Éducation.

Saint-Didier, C. (2007). *Utilisation d'un fichier mathématique*. Mémoire professionnel, IUFM de l'académie de Lyon.

Wozniak, F. (2000). *Les mathématiques du repérage dans la scolarité obligatoire*. DEA de l'Université Claude Bernard LyonI, Lyon, France.