

GHISLAINE GUEUDET ET LUC TROUCHE

SITUATIONS MATHÉMATIQUES ET
DOCUMENTS POUR LE PROFESSEUR

TEXTE DE PRESENTATION DU THEME

De la documentation professionnelle en général et de celle du professeur de mathématiques en particulier

La question de la *documentation professionnelle* est une affaire complexe. Faisons un pas de côté, regardons un autre métier : celui de chef d'orchestre, en relation avec son travail, par exemple diriger un orchestre et un chœur particuliers pour donner à entendre une œuvre particulière, par exemple le requiem de Mozart. Sa documentation se constitue à partir d'une *partition* de cette œuvre, qui ne peut se comprendre que dans le cadre de la connaissance de *règles* d'instrumentation et d'orchestration. Sa documentation inclut nécessairement des interprétations auxquelles cette œuvre a donné matière, par d'autres chefs d'orchestre, et par lui-même. La partition dont il dispose n'est pas impersonnelle, elle porte, via des annotations, la *trace* de ces expériences antérieures. *Sa documentation* se constitue aussi à partir de bien d'autres choses, elle se développe dans une sorte de mise en abîme vertigineuse :

- le requiem doit se comprendre en relation avec l'œuvre de Mozart ;
- l'œuvre de Mozart ne peut se comprendre qu'en relation avec les œuvres de son temps, annoncée par les œuvres précédentes, nourrissant les œuvres qui vont suivre ;
- le corpus des requiems est relié par un ensemble d'invariants ;
- la documentation du chef d'orchestre intègre aussi la connaissance des musiciens avec qui il va avoir à faire, de leurs instruments, elle se nourrit aussi de la compréhension que les musiciens ont du requiem de Mozart et de leur *mise en œuvre de cette œuvre*.

Peut-on remplacer le chef d'orchestre par le professeur de mathématiques, et le requiem de Mozart par le théorème de Thalès ?

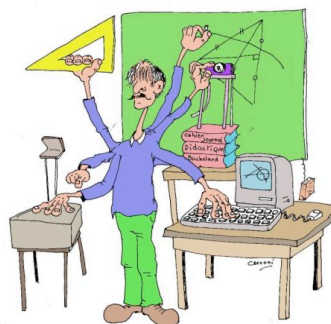


Figure 1. *Le professeur de mathématiques chef d'orchestre, ou homme-orchestre ? (http - Cecconi)*

Il y a certainement une différence profonde : le professeur doit enseigner une chose que les élèves ne connaissent pas, et lui (et le système didactique) doivent trouver les formes organisées pour le faire de telle sorte que les élèves reconnaissent cette chose comme le résultat d'une co-construction (Brousseau 1998). Petite différence, tout le paradoxe de l'enseignement des mathématiques est là.

L'analogie avec le chef d'orchestre est cependant productive :

- elle montre le caractère *hétérogène* des ensembles de documents : une partition donnée est comprise en association avec d'autres, en référence à des règles d'harmonie...
- elle permet d'éclairer le caractère *structuré* des documents : certains documents nécessaires pour le requiem serviront aussi pour la conduite d'autres œuvres ;

- elle permet de pointer le caractère *évolutif* des documents : ils permettent d'organiser l'action professionnelle et se nourrissent de cette action. Le processus de documentation laisse des traces matérielles (annotations sur une partition) ou non, ce qui relève de la mémoire, de l'expérience ;

- elle met en évidence leur caractère *co-construit* avec un ensemble d'autres acteurs engagés dans cette activité professionnelle, sa préparation et sa mise en œuvre (le travail de documentation ne s'arrête pas aux portes de la classe, au sens propre comme au sens figuré, *la documentation suit son cours*).

Ce sont ces différents aspects de la documentation du professeur de mathématiques que les cours et les ateliers de ce thème ont permis d'éclairer.

Un thème dans la continuité des réflexions de la communauté, mais aussi un thème nouveau, qui se décline à plusieurs niveaux

Ce thème de travail s'inscrit dans une continuité de réflexion de notre communauté, en particulier l'étude de *l'action du professeur de mathématiques* (Margolinas 2002) et d'un *modèle de cette action* (Sensevy et al. 2000) et l'étude didactique des *processus d'instrumentation* (Guin et Trouche 2002) ; c'est aussi un thème nouveau. En particulier :

- l'évolution rapide des environnements de travail des professeurs a des conséquences fortes sur leur documentation, dont nous n'avons pas encore mesuré tous les effets ;

- de façon générale, la notion de *redocumentarisation* du monde (Pédauque 2006) interroge tous les champs disciplinaires ;

- enfin l'émergence d'aspects collectifs de la documentation professionnelle constitue un champ de recherche que nous n'avons pas encore suffisamment exploré. La notion de communauté de pratique (Wenger 1998), apparaissant dans de nombreux travaux, mérite sans doute d'être interrogée.

La question de la documentation peut se décliner à plusieurs niveaux : au niveau du professeur, mais aussi du formateur ou du chercheur ; au niveau du professeur débutant ou expérimenté, au niveau du travail hors de la classe ou dans la classe, au niveau du travail propre aux mathématiques, ou commun avec d'autres disciplines. Nous avons voulu prendre en compte cette diversité pour organiser l'étude de ce thème dans l'école d'été, sans avoir bien sûr la prétention de tout vouloir traiter : il s'agit bien pour nous du début d'un travail.

Diversité et complémentarité des apports

Cette continuité et cette diversité s'inscrivent déjà dans les trois cours qui ouvrent la réflexion de ce thème :

- le cours de Folcher (*Conception pour l'usage, conception dans l'usage : quelles ressources pour quelles activités*), a donné un point de vue issu de l'ergonomie cognitive, dans la continuité du cours de Rabardel à l'école d'été de 1999 (Rabardel 1999) ;

- le cours de Gueudet et Trouche (*Vers de nouveaux systèmes documentaires des professeurs de mathématiques ?*) s'est situé dans le fil du premier cours, tout en s'appuyant sur une méthodologie initiée par les travaux à l'origine du troisième cours. Il s'est intéressé aux professeurs des collèges et lycées, en privilégiant l'étude des ressources numériques ;

- le cours de Margolinas et Wozniak (*Place des documents dans l'élaboration d'un enseignement de mathématiques à l'école primaire*) a regardé la documentation des professeurs d'école.

Cette complémentarité des apports est bien visible dans les ateliers. Certains d'entre eux se sont plutôt intéressés à la *conception* de ressources :

- Coppé (*Des ressources pour le professeur : présentation d'un site sur l'enseignement de l'algèbre au collège*) étudie la conception d'un site Internet proposant des ressources prenant appui sur des résultats de recherche en didactique ;
 - Restrepo (*A propos du projet MAGI*) présente un DVD dont l'objectif est d'aider les enseignants à intégrer le logiciel Cabri dans leurs classes ;
 - le titre de l'atelier de Georget (*Outils de la théorie des communautés de pratique, conception de ressources à destination de professeurs des écoles expérimentés, pour la mise en œuvre de « problèmes pour chercher »*) situe bien son projet ;
 - Mercier (*Le projet ViSA : ressources pour le chercheur*) montre les questions d'indexation qui se posent lors de la constitution d'une base de données vidéos pour l'analyse de l'action didactique du professeur et des élèves ; il s'agit ici de documenter le chercheur.
- D'autres ateliers se sont intéressés plutôt à l'usage des ressources :
- Margolinas et Wozniak s'intéressent à *l'usage de documents dans l'élaboration d'un enseignement de mathématiques à l'école primaire* ;
 - Cazes et Vandebrouck étudient *l'usage de bases d'exercices en ligne au lycée* ;
 - Abboud-Blanchard, Leborgne et Lenfant questionnent notamment la documentation du formateur, en examinant *le mémoire professionnel en IUFM, document « témoin » de la formation et « trace » des genèses de pratique* ;
 - enfin Winsløw et Miyakawa traitent également des questions de formation, au travers de *l'étude collective d'une leçon, un dispositif japonais pour le travail des enseignants* : nous sommes ici à la charnière entre conception et usages.

Genèse d'un thème

La réflexion constitutive de ce thème d'étude a commencé très en amont de l'école d'été. Une première réunion, en janvier 2007, a tenté d'éclairer un premier questionnement : qu'est-ce qu'un *document*, pour l'action du professeur de mathématiques, plus généralement pour son développement professionnel ? Nous avons vite réalisé la complexité de la tâche. D'une tentative de définition générale, nous sommes passés à une réflexion sur des *critères* (un document suppose une *mémoire* du document, il suppose que l'on ait une *relation* construite avec ce document) ; et sur les *variables* permettant de caractériser un document (quelle *granularité*, quelles relations aux *institutions*, aux *concepteurs*, aux *utilisateurs*...).

Nous nous sommes heurtés à une grande variété de vocabulaire, difficile à unifier (document, ressource, support, situation, outil, environnement). Finalement, un préalable à cette clarification était que chacun approfondisse ces questions, pour son propre cours ou son propre atelier, l'école d'été devenant le lieu naturel de croisement des résultats de tous.

Premiers résultats

Il est difficile de dire, au sortir d'une école d'été, si les objectifs d'étude d'un thème ont été atteints. De notre point de vue de responsables de ce thème, nous voudrions souligner un certain nombre d'avancées :

- sur le vocabulaire, des propositions ont été faites, en particulier pour distinguer *ressources* et *documents* (cours Gueudet-Trouche). Certains ateliers se sont emparés de cette distinction, d'autres non, il est certain que la discussion doit se poursuivre. Mais notre conviction est qu'une *clarification locale* (ici la distinction artefact-instrument) est la plupart du temps une *clarification globale* car elle permet d'approfondir les concepts en jeu ;
- sur les *cadres théoriques* sollicités : la confrontation de résultats issus de travaux utilisant des cadres différents (issus de la didactique ou d'autres champs de recherche) est apparue comme fructueuse ;

- sur les objets construits : *document générateur* dans le cours Margolinas-Wozniak, *document pivot* et *modèle générateur* dans le cours Gueudet-Trouche par exemple, des objets qu'il faudrait approfondir, confronter ;

- sur *l'action didactique conjointe* du professeur et des élèves, des questions communes ont émergé : en quoi les élèves contribuent à la documentation du professeur, en quoi les documents du professeur lui permettent d'aider les élèves ;

- sur la prise en compte des dimensions collectives de la documentation professionnelle et plus généralement *l'action des professeurs*.

Peuvent aussi être comptées au nombre des avancées les questions fortes qui ont émergé :

- des questions relatives à la méthodologie, allant de la constitution des échantillons pour des enquêtes à la possibilité d'une *clinique de la documentation professorale* ;

- des questions relatives à la *place des connaissances mathématiques* dans la documentation ;

- des questions relatives aux institutions, à leur rôle dans la documentation : questions sur les différences entre professeurs d'école et professeurs de lycée et collège en particulier ;

- des questions relatives à *l'initialisation de la documentation* (pour les professeurs débutants).

Des chantiers qui s'ouvrent...

Il nous semble finalement que la documentation des professeurs (de mathématiques), longtemps négligée par notre communauté, devrait constituer un terrain d'étude important, susceptible de mettre à jour des phénomènes touchant de vastes pans de l'enseignement et de l'apprentissage. Cela suppose sans doute, à l'intérieur de différents cadres théoriques, de réinterroger des objets, de considérer des articulations nouvelles. Cela suppose des croisements interdisciplinaires (didactique, sciences de l'éducation, ingénierie documentaire, informatique). Cela suppose aussi de considérer une complexité méthodologique certaine, pour prendre en compte des évolutions dans une longue durée et des espaces largement ouverts dans et hors la classe.

Interroger la documentation professionnelle, c'est enfin interroger notre propre documentation de chercheur, documentation individuelle mais aussi communautaire, ses mécanismes, ses ressorts et ses supports, ce n'est pas tout à fait une autre histoire, pour nous elle se situe dans le prolongement de ce thème d'étude de cette école d'été...

Nous remercions tous les intervenants du thème, et plus particulièrement Fabrice Vandebrouck qui a participé au travail d'édition des textes présentés ici.

REFERENCES

- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Cecconi, S. (2007). Site personnel du dessinateur Serge Cecconi (IREM de Grenoble). <http://perso.orange.fr/serge.cecconi/cariboost2/index.html> (consulté le 17 août 2007).
- Guin, D., Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Margolinas, C. (2002). Situations, milieux, connaissances. L'activité du professeur, in J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (eds.) *Actes de la Xème Ecole d'été de didactique des mathématiques, Corps*, (pp.141-155). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Pédauque, R. T. (coll.) (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.), *Xème école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-213). Caen : IUFM.
- Sensevy, G., Mercier, A., Schubauer-Leoni, M.L. (2000). Vers un modèle de l'action didactique du professeur à propos de la course à 20, *Recherches en didactique des mathématiques* 20, pp. 263-304.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. New-York: Cambridge University Press.

VIVIANE FOLCHER

CONCEPTION POUR L'USAGE — CONCEPTION DANS L'USAGE : PROPOSITIONS POUR UNE RENCONTRE

Abstract: Human activities, in work settings as well in everyday life situations, use technology and construct it as means for activity. The question tackled in this paper concerns the meeting between the design-for-use process -producing artifacts- and the design-in-use process -producing instruments for users' activities-. Based upon a presentation of the key concepts of our theoretical approach, two empirical studies are reported. Synchronics and diachronics analysis are conducted to identify invariant forms of activity and the relationships between productive and constructive activity. Finally, the models of human activity inscribed in the artifacts when designed are discussed in a developmental perspective.

INTRODUCTION

Intéressés par la question générale du rôle des technologies dans le fonctionnement et le développement humains, nos travaux prennent leur source à la fois dans la perspective de psychologie historico-culturelle développée dans l'approche des activités instrumentées par Rabardel (1995, 2005), dans l'école genevoise de Psychologie (Piaget 1936) et dans les propositions de l'ergonomie de tradition francophone, dans la ligne tracée par Wisner (1972).

Trois horizons animent notre travail de recherche. Le premier vise la production de connaissances scientifiquement étayées sur l'activité humaine située et médiatisée dans la dialectique fonctionnement-développement. Le second cherche à rendre compte de l'intégration des technologies dans la boucle de l'activité humaine et au sein des dynamiques évolutives des personnes, en lien avec les ressources qu'ils mobilisent et construisent. Enfin, le troisième s'attache à inscrire le point de vue de l'activité humaine au sein des processus de conception et à renouveler ainsi les modèles de l'homme qui y sont pris en compte.

La démarche de recherche adoptée articule des analyses synchroniques de l'activité dans les situations concrètes et singulières à des analyses diachroniques de l'activité dans les durées du développement des ressources et instruments par les personnes. Après une présentation des ancrages théoriques et des concepts qui fondent notre travail de recherche, deux exemples empiriques illustrent la démarche et explicitent, à partir de situations d'activité professionnelles et de la vie quotidienne, les modalités d'une rencontre entre la conception pour et dans l'usage. Ce faisant, les présupposés de conception cristallisés dans les artefacts conçus pour l'usage sont identifiés et mis en regard avec la connaissance acquise de l'activité de conception dans l'usage. Enfin, les apports de cette perspective sont explorés à la fois pour l'analyse et pour l'action.

1. ANCRAGES THEORIQUES ET CONCEPTS FONDATEURS

Pour saisir la nature des relations que l'homme instaure avec le monde, nous ferons nôtre la proposition de Vygostky (1934/1985) que notre rapport au monde n'est pas immédiat mais au contraire médiatisé. En d'autres termes, nous existons dans le monde, y agissons et le connaissons par la médiation d'outils qui sont livrés par la culture et transmis entre les générations. Ces pré-construits sociaux, médiateurs de l'activité, sont définis dans l'approche instrumentale comme des artefacts, c'est-à-dire des choses qui résultent de l'activité humaine et qui sont susceptibles de s'inscrire dans les usages (Rabardel 1995, Beguin et Rabardel

2000). Les artefacts ont au moins deux caractéristiques utiles à notre propos. Ils cristallisent en eux l'histoire de la technique et, en ce sens, il est possible d'identifier rétroactivement les filiations et ruptures survenues dans le cours historique de leur maturation. Conçus pour une ou des activités, les artefacts sont porteurs d'un ensemble de possibles et de contraintes, mais aussi et surtout, de modèles de l'activité et de l'usage et, in fine, de l'homme. Caractériser les systèmes socio-techniques comme des artefacts opère un renversement de l'ordre des facteurs prioritaires à considérer par rapport aux définitions couramment admises : la technique est définie depuis l'activité future probable qu'elle est susceptible de permettre, et non uniquement depuis ses caractéristiques intrinsèques.

L'activité humaine apparaît façonnée par l'usage des artefacts médiateurs autant qu'elle les transforme dans l'usage, contribuant ainsi au renouvellement des acquis de la culture. Ce double mouvement de transformation des acquis sociaux et culturels par l'homme dans ses activités d'usage des artefacts, et de l'homme au travers des processus d'appropriation, se réalise selon deux voies différenciées : celle de la réalisation d'objectifs, il s'agit de l'activité *productive* ; celle de la construction de ressources, il s'agit de l'activité *constructive*. Ces deux voies de l'activité sont interdépendantes et entretiennent une relation dialectique, au sens où des difficultés ou obstacles rencontrés dans la réalisation de buts au plan productif peuvent générer de nouveaux développements au plan de l'activité constructive. Solidaires, activités productive et constructive sont pour autant autonomes car elles s'inscrivent dans des temporalités différenciées : l'horizon de l'activité productive est celui des tâches, cependant que l'horizon de l'activité constructive est celui du développement des instruments, des compétences et des personnes (Rabardel et Samurçay 2001).

Les genèses instrumentales se réalisent sur le plan constructif de l'activité. Elles puisent dans les stabilités acquises dans la réalisation de l'activité productive et, dans le même temps, s'en déprennent pour construire de la nouveauté, en réponse à des exigences d'évolution, qu'elles proviennent des personnes elles-mêmes, des situations d'activité et des lieux de socialisation, ou encore des autres personnes avec lesquelles elles sont en relation. À cette occasion, l'organisation de l'activité du sujet est transformée, tout comme les tâches qu'il s'attribue, les activités qu'il réalise et les caractéristiques de l'artefact. Le processus de genèse est doublement orienté :

- en direction du sujet, par la combinaison et la réorganisation des invariants organisateurs de l'activité impliqués dans l'élaboration de l'instrument et lui donnant sa signification : c'est le processus *d'instrumentation* ;

- en direction de l'artefact, par l'attribution de fonctions et les transformations locales ou durables opérées sur l'artefact : c'est le processus *d'instrumentalisation*.

Au plan empirique, la grande diversité des usages développés par les utilisateurs, à partir d'un artefact donné, témoigne de l'écart plus ou moins important qui peut exister entre l'usage et l'appropriation des artefacts en situation et les usages prévus en conception. Cet écart est conceptualisé, au sein de l'ergonomie de tradition francophone, en termes d'écart entre le prescrit et le réel (Guerin *et al* 1991). Toute prescription, d'une part est un faisceau de prescriptions, elle n'est pas univoque, et, d'autre part, ne peut prendre en compte l'ensemble des sources de diversité et de variabilité inhérentes aux situations. L'activité humaine, dans les situations concrètes, assume ces caractéristiques qui sont, en outre, un des socles de son organisation efficace et efficiente, et au fondement de la capacité des individus à répondre aux exigences de productivité, de préservation et développement de soi, aux plans personnel et professionnel.

L'écart du prévu au réel est considéré, au sein de l'approche instrumentale, comme un indice du développement, par les utilisateurs, d'instruments au service de leurs activités. Il constitue une source pour la conception, la conception se poursuivant dans l'usage (Rabardel

op.cit Bannon et Bodker 1991, Beguin et Rabardel *op.cit*). L'enjeu dans ce cadre est celui de la rencontre entre la *conception pour l'usage*, fruit de l'activité des concepteurs qui se concrétise dans un artefact à vocation instrumentale, c'est-à-dire ouvert et non achevé, et se prêtant à une pluralité de genèses instrumentales, et la *conception dans l'usage*, fruit de l'activité d'utilisateurs située et finalisée, qui se concrétise dans les instruments qu'ils développent au cours des processus d'appropriation (Folcher 2003, Folcher et Rabardel 2004, Folcher et Leal 2004).

Le chemin scientifique que nous empruntons est animé par la question de la rencontre entre des artefacts conçus pour l'usage et les processus de conception dans l'usage. Il croise, à l'occasion de cette 14^{ème} Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques, le questionnement de la communauté de chercheurs dont la particularité est d'être située à l'articulation de la conception pour l'usage et de la conception dans l'usage. La capitalisation des acquis de la discipline, articulée à des analyses singulières de l'activité d'enseignants, donne naissance à des 'propositions instrumentales' destinées aux enseignants : les conceptions pour l'usage qui voient le jour sont nourries de connaissances de l'activité professionnelle, des ressources que les enseignants développent, mobilisent, voire détournent. Les analyses de l'activité et des usages conduites dans la diversité des situations professionnelles autorisent une compréhension approfondie du travail des enseignants : l'analyse des processus de conception dans l'usage met en lumière les constructions instrumentales originales et le rôle joué par la numérisation des ressources documentaires (Gueudet et Trouche dans ce volume).

Ainsi, on peut penser que les travaux des chercheurs en didactique des mathématiques s'inscrivent dans la possibilité qui est leur est offerte d'infléchir l'ensemble du cycle de conception, de la conception initiale jusqu'à une confrontation aux usages des enseignants, vers une conception poursuivie depuis les usages.

La contribution que nous souhaitons apporter aux débats qui animent nos communautés scientifiques nous a semblé fructueuse, si elle s'inscrivait depuis les questions et les univers de référence qui sont les nôtres, à savoir la compréhension de la dimension développementale de l'activité humaine dans l'usage des technologies dans une perspective de psychologie et d'ergonomie. Inscrit dans le continuum de l'activité, le développement est à l'oeuvre dans l'usage inscrit dans les temporalités des situations autant que dans les processus d'appropriation inscrits dans les temporalités longues des genèses instrumentales. Pour illustrer ce parti pris, deux études empiriques conduites selon deux axes d'investigation seront présentées. Le premier axe explore l'activité dans sa dimension synchronique d'usage en situation. Le second axe rend compte de l'activité dans sa dimension diachronique et s'intéresse aux processus d'appropriation qui se concrétisent dans la durée au travers des genèses instrumentales. Ces travaux permettent de penser que l'activité est inscrite dans une dialectique développementale qui trouve ses racines dans le fonctionnement et prend sa source dans les possibles qu'elle construit pour le développement de l'activité à venir. Ils offrent l'occasion de questionner, au travers du prisme de l'activité, les présupposés et les modèles de l'homme qui sont contenus dans les artefacts.

2. USAGES DES ARTEFACTS, EVOLUTION DES OBJETS DE L'ACTIVITE

La situation présentée est une situation d'usage du site de la SNCF par une utilisatrice qui souhaite se rendre à Lannion à 14h, depuis la ville de Lille¹.

L'artefact 'site de la SNCF' propose quatre zones d'action :

- la zone 'Aller-Retour' dans laquelle le voyage en train est défini dans ses dimensions spatio-temporelles : jour du mois, heure et minutes du train partant ou arrivant ;
- la zone 'Lieu de départ' qui définit la ville au départ du voyage ;
- la zone 'Lieu d'arrivée' qui définit la ville d'arrivée du voyage ;
- la zone 'Itinéraire' qui permet de définir le modalités du voyage : itinéraire indifférent, itinéraire via une ville à définir ou itinéraire sans changement de train.

En outre la zone 'Consulter les horaires' est le lieu d'une action de validation.

L'analyse des usages du site de la SNCF par l'utilisatrice est conduite dans les termes des *objets de l'artefact* : les actions réalisées et les requêtes formulées sont prises en compte. Cette analyse est quantitative, de par la prise en compte du nombre d'actions, et chronologique, de par la prise en compte d'un ensemble d'actions ordonnées temporellement depuis la saisie d'une date ou d'un horaire jusqu'à la validation : cet ensemble constituant une requête. Cette première analyse est complétée par une analyse conduite dans les termes de *l'évolution des objets d'activité* dans le cours de l'usage.

2.1. Analyse de l'activité dans les termes des objets de l'artefact

Une première compréhension de l'activité dans son déroulement chronologique indique que, sur une durée de 13'58 minutes, l'utilisatrice réalise trente-deux actions dans l'artefact et formule treize requêtes.

Dans un premier temps, l'activité de l'utilisatrice apparaît orientée vers la définition de son voyage Aller. La structuration de ses actions dans l'artefact se réalise par des actions renouvelées sur les dates et heures au départ et à l'arrivée dans la zone 'Aller-Retour'. Les réponses du système sont cinq messages identiques, indiquant l'absence de train aux heures et dates demandées. À la suite des difficultés rencontrées, l'utilisatrice définit un itinéraire et inscrit la ville de Paris en 'Itinéraire via'. Le système propose, pour la première fois, une liste d'horaires de trains, propositions estimées non convaincantes par l'utilisatrice qui retourne sur la page de sa requête pour en contrôler les contenus, et, sans action de modification, valide à nouveau sa demande. Elle décide ensuite de partir la veille, et modifie la date et l'heure de son voyage Aller. Une nouvelle fois, l'utilisatrice exprime ne pas comprendre les réponses proposées par le système. Elle envisage alors de s'intéresser à son retour et, par erreur, dans la zone réservée à l'Aller-Retour, inscrit pour l'Aller une date et une heure au départ de Lannion et choisit la modalité 'Itinéraire indifférent'. Le message que lui renvoie le système la conduit à agir à nouveau sur la variable itinéraire (via Paris). Le système lui propose des trains, l'utilisatrice contrôle les propositions par retour sur sa page de requête, sans nouvelle modification. Elle va finalement redéfinir son voyage Aller en utilisant une carte simplifiée de la région qu'elle extrait de son agenda, en plus du site de la SNCF. La ville d'arrivée sera non plus Lannion, mais Guingamp.

L'analyse des actions indique l'importance des actions en zone 'Aller-Retour' et une centration sur la définition du voyage Aller (18/32). Peu d'actions sont réalisées en zone

¹ Pour une présentation exhaustive de l'étude conduite, voir Folcher et Sander (2005).

'Itinéraire' (3/32). Un artefact externe - carte papier – est mobilisé et deux actions de retour sur la page de requête sans modification des termes de la requête formulée sont conduites (2/32). Les réponses du système, au nombre de 13, se répartissent de façon quasi équivalente en des propositions de trains (7/13) et une absence de train aux jours et heures demandées (6/13).

L'analyse des requêtes met en évidence que l'exploration de l'artefact par l'utilisatrice est quantitativement plus orientée vers la définition d'un horaire de train à l'arrivée (11/13) que d'un horaire de train au départ (2/13). Dans le déroulement chronologique de ses actions, l'utilisatrice va, dès la seconde requête, manipuler les variables 'train-partant' et 'train-arrivant', pour ensuite définir son voyage avec le critère horaire du 'train-arrivant'. Ce résultat quantitatif, éclairé au plan de la chronologie de l'activité, renforce les verbalisations exprimées par l'utilisatrice, à savoir « être à Lannion à 14 heures tel jour ».

La quasi-équivalence des requêtes avec un itinéraire indifférent ou avec un itinéraire spécifiant une ville de passage 'Via' pourrait témoigner du fait qu'il s'agit, pour l'utilisatrice, davantage d'un moyen d'action sur l'artefact que d'un instrument orienté vers la réalisation de son objet d'activité initial. Dans le décours de son activité, l'inscription d'un itinéraire 'Via' intervient lors de la requête 6. Les requêtes précédentes formulées avec un itinéraire indifférent entérinent la valeur proposée par le système initialement.

En prenant appui sur les éléments de l'analyse de l'activité centrée sur les *objets de l'artefact*, l'activité peut maintenant être envisagée dans la dimension d'évolution des *objets de l'activité* au fur et à mesure de l'usage.

2.2 Analyse de l'activité menée, dans les termes de l'évolution des objets d'activité

Au cours des 13,58 minutes d'usage, trois périodes d'activité sont identifiées :

- une première dans laquelle les actions de l'utilisatrice concernent exclusivement la définition de son voyage Aller, dans ses dimensions temporelles et spatiales (13 actions sur 18). Les réponses du système sont cinq messages identiques d'absence de train aux heures et dates demandées. Cette période d'activité s'étend de la requête 1 à la requête 5. Nous la qualifierons de période de *recherche d'un horaire de train* dans laquelle l'activité productive prédomine ;

- une seconde période lui fait suite dans laquelle les actions en zone 'Aller-Retour' sont beaucoup moins nombreuses (4 sur 18), et des actions en zone 'Itinéraire' apparaissent (3 sur 3). Les réponses du système sont majoritairement des affichages de trains et un message d'absence de train. Cette période s'étend des requêtes 6 à 11. Nous la qualifierons de *recherche de modalité d'action sur l'artefact*, où la dimension constructive de l'activité émerge ;

- dans la troisième période, l'utilisatrice agit principalement dans les zones 'Lieu départ' et 'Lieu arrivée' (4 sur 8 au total) et recourt à un autre artefact, une carte-papier. Cette période concerne les requêtes 12 et 13. Du fait de la similarité de l'orientation des objets de l'activité avec la première période, nous la qualifierons de *recherche d'un horaire de train* où l'activité est à nouveau à dominante productive. L'analyse détaillée va montrer que l'apparente similarité des objets de l'activité entre cette troisième période et la première période est en même temps porteuse d'un renouvellement par l'utilisatrice de son projet de voyage.

Dans la période 1 de *recherche d'un horaire de train*, les actions sont réalisées au service de la finalité productive de l'activité qui est d'être à Lannion à 14h. La zone de l'artefact

mobilisée est la zone 'Aller-Retour' : l'utilisatrice définit les paramètres de son voyage et inscrit le jour du départ, l'heure et les minutes et le point de départ. Le système délivre cinq messages identiques d'absence de train aux jours et heures demandés. L'utilisatrice va, dans les requêtes suivantes, effectuer des modifications successives de dates et d'horaires au départ ou à l'arrivée pour le voyage de Lille à Lannion. Les réponses du système sont, à chaque nouvelle requête, négatives. C'est au cours de la requête 4 que l'utilisatrice exprime les premiers doutes sur la véracité des réponses données : « *c'est pas possible ça, y a bien des trains qui vont dans ce truc là* ».

La période 2 de *recherche des modalités d'action sur l'artefact* témoigne d'une évolution des objets de l'activité conduisant à une réorientation constructive de l'activité : de la recherche d'un horaire de train, le sujet se met à la recherche de moyens d'action sur l'artefact. Ce développement s'accompagne d'une remise en cause de soi par l'utilisatrice (« *qu'est ce que j'ai fait, j'ai oublié quoi ?* »), qui se développe parallèlement à une remise en cause croissante de la validité des réponses de l'artefact. Le taux de réponses négatives s'inverse par rapport à la phase précédente et le système fait cinq propositions de trains. L'activité est, dans cette période, orientée vers la vérification, au fur et à mesure de la cohérence des réponses qui sont fournies à l'utilisatrice, réponses qu'elle mémorise et contrôle en même temps qu'elle contrôle ce qu'elle a inscrit dans le dispositif. Les requêtes 7 et 11 témoignent de cette activité de contrôle sans nouvelle action dans l'artefact. Cette mise à l'épreuve de l'artefact aboutit à une meilleure compréhension du dispositif et à la découverte de nouvelles modalités d'action qui vont permettre à l'utilisatrice d'en prendre progressivement le contrôle. C'est le cas de la découverte de l'action dans la zone 'Itinéraire' qui ouvre un nouveau champ d'action à l'utilisatrice, lui permettant finalement de faire produire au dispositif ce qu'elle souhaite ou à peu près.

Dans la période 3 de *recherche d'un horaire de train*, l'utilisatrice a exploré l'ensemble des possibles de l'artefact dans la phase précédente. Le système fait deux propositions de trains et il ne produit aucune réponse négative. L'utilisatrice s'engage à nouveau dans une activité à dominante productive centrée sur la recherche d'un horaire de train « *parce qu'il faudrait quand même que j'arrive avant 14h //...faudrait que j'arrive à trouver un train quand même qui m'amène plus tôt que ça* ». La finalité productive, similaire à la période 1, est cependant différente, car l'activité est orientée vers la définition d'une autre ville d'arrivée : elle a recours, à ce moment-là, à un autre artefact, une carte-papier qui lui permet d'inscrire une ville d'arrivée proche de Lannion, Guingamp, qui sera sa destination d'arrivée dans le projet de voyage qu'elle redéfinit à ce moment. Le système lui fait des propositions qu'elle estime acceptables dans le cadre du renouvellement de son projet : une arrivée à Guingamp et non plus à Lannion.

On peut caractériser l'évolution des objets de l'activité de l'utilisatrice dans cette situation d'usage selon deux dimensions que sont la temporalité des déplacements et l'espace des déplacements :

- dans la première dimension, c'est la temporalité de la vie propre du sujet qui se manifeste dans la recherche d'une heure d'arrivée. Puis elle intègre progressivement la temporalité des circulations SNCF, et recherche un train partant la veille pour l'articuler à celle de sa vie dans une recherche de compromis ;

- la seconde dimension concerne l'espace des déplacements. Pour l'utilisatrice, cet espace est uniquement constitué de deux points, le départ et l'arrivée. En termes de géométrie, il s'agit d'un espace topologique comprenant deux points disjoints et quasiment rien entre ces deux points. Elle va progressivement prendre en compte le mode d'existence propre de l'espace pour la SNCF : celui des itinéraires. Elle le fait d'abord « par hasard », l'itinéraire

constitue la seule variable sur laquelle elle peut agir pour tenter de faire produire une réponse à sa requête par l'artefact. Puis, de plus en plus systématiquement, cette dimension est manipulée et maîtrisée. Elle sera la clef du développement de l'opérativité de l'instrument. Au-delà de ses connaissances initiales insuffisantes au plan de l'espace des déplacements et des itinéraires des trains, le recours à un nouvel artefact, la carte simplifiée de la région, va lui permettre une manipulation plus armée de cette variable.

Finalement, il y a bien à la fois un affrontement entre des objets de nature hétérogène à savoir les objets de l'activité de l'utilisatrice, qui orientent et déterminent en partie les actions qu'elle mène et les objets de l'entreprise, concrétisés dans l'artefact par les zones et les modalités d'action proposées à l'usage. C'est dans l'intégration progressive d'objets externes issus de l'entreprise -l'espace pour la SNCF- que l'utilisatrice construit une connaissance pour agir et prendre le contrôle de l'artefact au service de son activité et de ses objectifs propres.

Envisageons maintenant la seconde étude centrée sur l'élaboration de ressources au sein de l'activité constructive et au service l'activité productive dans le cadre d'une situation professionnelle d'assistance téléphonique par hot line.

3. CONSTRUCTION DE RESSOURCES POUR L'ACTIVITE, GENESE INSTRUMENTALE

La situation qui nous intéresse est une situation d'assistance téléphonique dans laquelle des experts assurent un service de hot line auprès de commerciaux, pour trouver des solutions à des problèmes d'ordre technique et/ou commercial concernant les produits et les offres vendus par l'entreprise. Deux niveaux d'assistance sont articulés : au niveau 1, des commerciaux en agences reçoivent des questions des clients, et en cas de difficulté particulière, ils contactent, par hot line, des experts au niveau 2. Les analyses ont porté sur ce second niveau d'assistance.

Une base de connaissances informatique est introduite dans cette situation. Elle est proposée aux experts, dans l'objectif de devenir à terme un instrument pour le collectif et au service de leur activité d'assistance téléphonique. Développé en interne à partir de la plateforme Lotus Notes, cet artefact propose une structure en trois niveaux que sont : le niveau du *mot clé principal* qui donne accès à un ou plusieurs *mots clés secondaires*, donnant eux-mêmes accès à un ou plusieurs textes de *réponse*. Pour l'entreprise, l'enjeu principal réside dans la possibilité, à terme, de constituer une mémoire des savoirs de l'entreprise qui sont diffusés sur les hot line. Ce faisant, la qualité de l'assistance serait améliorée par une plus grande homogénéité des réponses singulières fournies par les opérateurs. Enfin, cela rendrait possible à des opérateurs d'une expertise moindre d'assurer un service de qualité équivalente. Vide de tout contenu, cet artefact est mis à disposition des experts.

Au plan de l'activité, les experts sont les concepteurs attendus et les principaux utilisateurs de cet artefact. Une première compréhension de la tâche de conception met en lumière qu'elle consiste en deux activités attendues. Il s'agit, d'une part, de définir la nature des contenus à intégrer et la hiérarchie de ces contenus de connaissances au sein de l'artefact informatique. Il s'agit, d'autre part, d'enrichir les contenus au fil de l'activité, des problèmes posés par les clients et de l'évolution des offres de l'entreprise. Le maintien à jour de la base de connaissances, une fois conçue, apparaît être une condition de sa pérennité. Enfin, cette activité attendue prend place au sein de l'activité d'assistance par hot line, c'est-à-dire dans les moments libres de sollicitation téléphonique.

Au moment de l'étude, les usages de cet artefact sont rares et conflictuels quand ils impliquent le collectif. Deux instruments individuels sont développés : l'un est achevé, il a fait l'objet d'une conception d'une durée d'une année, réalisée en dehors de l'activité, pendant les pauses déjeuner ; le second est en cours de genèse. Les analyses ont porté sur deux processus de genèses. Nous développerons plus particulièrement l'un d'entre eux².

Les questions de recherche qui ont guidé les analyses visaient à éclairer les relations entre les formes organisées de l'activité et les formes des instruments construits par les experts, à partir du constat que cet artefact s'insère dans une activité qui lui préexiste et vise à être une ressource au service de cette activité. L'analyse des processus de genèses instrumentales dans lesquels deux opérateurs s'engagent à partir de l'artefact proposé aux usages nous permet de saisir la nature du lien entre l'activité productive des opérateurs, c'est-à-dire la conduite de dialogue hot line et l'activité constructive, en l'occurrence l'élaboration d'une base de connaissances informatique à partir d'un artefact développé en interne proposé aux usages. Cette analyse conduit à identifier les critères de la conception dans l'usage que les opérateurs développent, puis à les mettre en regard avec les présupposés de la conception pour l'usage qui sont présents dans l'artefact et qui pilotent les modalités de son introduction dans cette situation professionnelle.

Directement en lien avec notre questionnement scientifique, les analyses se sont centrées sur l'activité productive de conduite de dialogues hot line et sur l'activité constructive d'élaboration de bases par les experts au sein de l'artefact. La présentation des résultats débute par la mise en évidence des invariants de l'activité productive d'assistance par hot line puis rend compte de l'analyse d'une activité constructive d'appropriation de l'artefact base commune engagée par un expert.

3.1 Formes invariantes de l'activité productive d'assistance par hot line

L'activité d'assistance par hot line prend place au sein de dialogues qui mettent en relation un demandeur à un expert, pour apporter des éléments de réponse à une situation problématique. Deux phases structurent chronologiquement les dialogues. Une phase de formulation de la question au cours de laquelle le demandeur expose ce qui a motivé son appel, c'est-à-dire des éléments de contexte et des éléments relatifs au problème qui se pose. Une phase de réponse, qui est à l'initiative de l'expert, qui peut prendre la forme d'une solution apportée au problème, d'une non-réponse, d'une réponse donnée en différé ou encore d'une réponse de redirection vers un collègue estimé plus compétent. Au sein de ces deux phases d'échange, l'expert se livre à des relances et reformulations neutres ou interrogatives afin de rendre explicite le problème posé dans le cas, le plus fréquent, où il n'apparaît pas clairement dans l'expression du demandeur.

Les principaux résultats des analyses montrent que l'expression d'un problème résulte d'une co-construction qui est menée dans le dialogue par l'expert et le demandeur. Un problème, tel que co-construit en situation, est constitué d'un domaine de problème général qui renvoie au champ qui est à renseigner et à un ou plusieurs problèmes particuliers qui spécifient le domaine de problème général. Un bref exemple de dialogue illustre la co-construction de problème en un domaine de problème et un problème particulier :

Demandeur : dis-moi l'offre promotions sur les liaisons louées (domaine de problème) ;
Expert : mm.... ;
Demandeur : un client qui passe en 64 Kbs à 128 Kbs, il a 50 % de réduction? (problème particulier) ;

² Les analyses sont détaillées dans Folcher (2005).

Expert : il a une réduction sur les frais transfix 64 Kbs et 128 Kbs en mesures d'accompagnement commercial (problème particulier).

L'activité d'assistance par hot line n'est pas tant réponse à des questions que co-construction de problèmes à résoudre. Le lieu de cette activité collective est le dialogue qui permet, par un jeu de relances de l'expert - neutres comme dans le court extrait présenté ici ou au contraire interrogatives - , et de présentation d'éléments généraux du problème à traiter par le demandeur, de faire émerger progressivement le problème pour lequel une solution doit être apportée. Ainsi, le problème se structure progressivement en un problème général puis se spécifie en un ou plusieurs problème(s) particulier(s) appartenant à ce domaine général. La compréhension acquise de l'activité d'assistance par hot line permet de poser que la compétence des experts réside dans la réception des appels, la conduite du dialogue qui permet une construction conjointe du problème, qui est elle-même la condition pour la production d'une réponse par les experts. L'unité d'activité pertinente que permet d'identifier cette analyse est le couple question-réponse au sein duquel la co-construction du problème se déploie. Cette unité ne peut être scindée, au risque de briser les racines et les sources de l'expertise des opérateurs. Cette unité s'avère alternative à d'autres unités et/ou définitions de l'assistance par hot line qui peuvent prévaloir dans les organisations quand elles envisagent, par exemple, de réserver la prise d'appels à certains opérateurs et le traitement des problèmes aux experts, comme ce fut le cas dans la situation professionnelle qui a accueilli notre travail de recherche.

Instruits de l'activité dans son versant productif, nous pouvons maintenant envisager les termes dans lesquels elle s'articule à son versant constructif centré sur l'appropriation d'une base de connaissances par un opérateur au service de l'activité de hot line.

3.2 Formes de l'activité constructive : instrumentalisation et instrumentation

À partir de l'artefact structuré en trois niveaux, l'instrument élaboré par un expert articule deux niveaux : le niveau du mot clé principal qui donne accès au niveau du texte de réponse structuré en différents paragraphes comme l'illustre le schéma 1 :

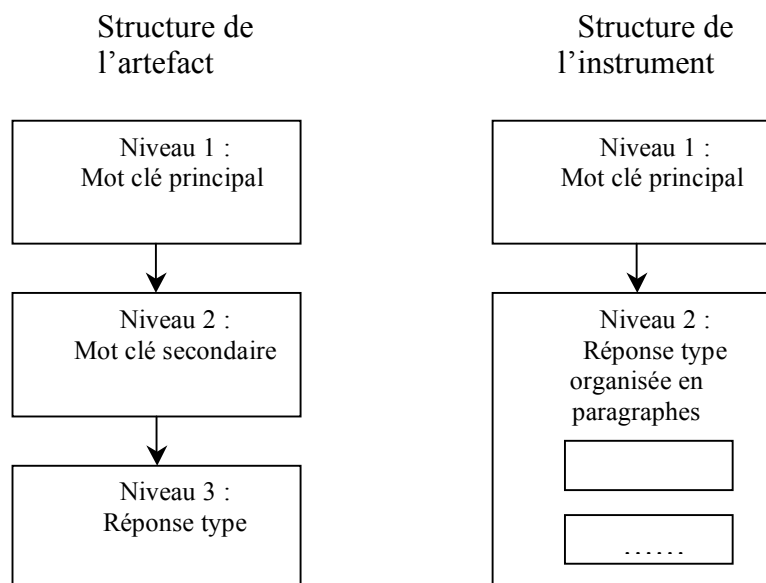


Schéma 1. Instrumentalisation de l'artefact

Indissociable de l'instrumentalisation, l'analyse de l'instrumentation montre que ce sont les formes organisées de la conduite des dialogues téléphoniques qui sont mises en oeuvre par les experts et construites au cours de l'expérience qui nourrissent les critères de la conception dans l'usage qu'un opérateur va développer. Ainsi, dans l'instrument qu'il a conçu, les problèmes ont le statut de mot clé principal. Ils donnent lieu à un texte de réponse constitué en paragraphes, qui spécifient les problèmes particuliers attachés à ce domaine général de problème. Le schéma 2 donne à voir la structure et les contenus de l'instrument élaboré.

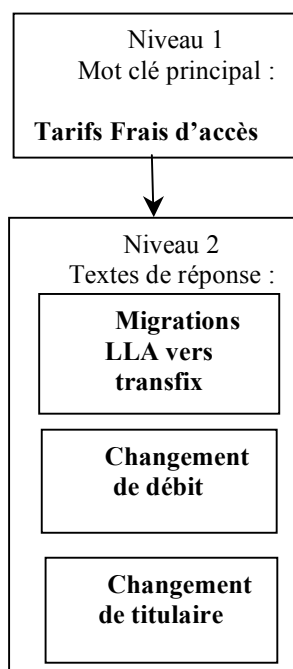


Schéma 2. Structure et contenu de l'instrument élaboré

Les 'Tarifs frais d'accès' sont le domaine de problème auquel il s'agit de répondre en situation de hot line. Ils ont le statut de mot clé principal. Les 'Migrations LLA vers transfix', le 'Changement de débit' ou encore le 'Changement de titulaire', sont des problèmes particuliers au sein du problème des tarifs frais d'accès. Ils ont le statut de paragraphes et structurent le texte de réponse directement rattaché au mot clé principal.

Ainsi, dans cet instrument ce sont les problèmes et leur organisation *in situ* qui définissent la structure opératoire des connaissances dans l'instrument. Ils guident la nature des contenus qui y sont intégrés : les problèmes tels que co-construits en situation d'assistance téléphonique. Trois exigences ont guidé son élaboration : (i) établir une structure qui explicite l'objet des appels, (ii) décontextualiser les réponses pour diffuser des réponses génériques - parce que non dédiées - et ciblées - parce que répondant à des problèmes précis - (iii) accéder le plus rapidement possible aux contenus.

Les analyses croisées des dialogues experts-demandeurs et de l'instrument conçu montrent que les invariants organisateurs de l'activité productive nourrissent la genèse instrumentale dans laquelle l'opérateur s'engage. Dans le cours de la genèse, l'opérateur réorganise la structure de l'artefact et modifie l'organisation conceptuelle structurante de son instrument à partir des invariants de l'activité productive et de ses exigences : la précision et la fiabilité des réponses diffusées sur la hot line, les courts délais de diffusion. Au service des objectifs qui ont présidé la conception dans l'usage, les problèmes hot line ont le statut de mots clés

principaux. Le critère de conception dans l'usage qui prévaut est centré sur l'usage pour soi en situation de hot line. Les textes de réponses qui sont intégrés dans l'instrument sont issus des éléments de réponse données au téléphone. Ces réponses téléphoniques vont faire l'objet d'une réélaboration car elles sont personnalisées au sens où elles s'inscrivent dans une histoire de la demande et de la relation nouée entre l'expert et le demandeur. Chaque réponse est marquée du sceau de la relation singulière à une personne. Elles sont également contextualisées, car porteuses de la singularité des situations et des circonstances de leur émergence. L'intégration des réponses en un patrimoine des connaissances suppose un travail de dépersonnalisation et de décontextualisation. Les réponses stockées doivent constituer un matériau neutre, du point de vue de leur forme, et précis du point de vue de leur contenu. Elles doivent se prêter à toutes sortes de personnalisations et de contextualisations possibles et, pour cela, n'en posséder aucune en propre. Enfin, deux niveaux seulement sont définis dans l'instrument conçu, ceci afin de minimiser le nombre de niveaux dans l'arborescence créée et de permettre un usage de l'instrument dans les temporalités contraintes de l'activité d'assistance par hot line.

4. CONCEPTION POUR L'USAGE, CONCEPTION DANS L'USAGE ET MODELES DE L'HOMME

Les deux études présentées montrent que, de l'usage des artefacts au développement de ressources, l'activité humaine est inscrite dans un développement continu qui peut prendre sa source dans des difficultés d'usage - réserver un billet de train via le site de la SNCF- ou dans des impossibilités à mener à bien un objectif partagé - construire un patrimoine vivant des connaissances au sein d'un collectif de travail-. L'usage et l'appropriation effective de dispositifs par des personnes dans leurs situations d'activité, qu'elles soient professionnelles ou de la vie quotidienne, mobilise l'activité humaine au sein de trois dimensions temporelles interdépendantes. L'activité organisée puise ses invariants dans les expériences passées, s'ancre dans les situations présentes et les circonstances de l'action productive pour atteindre des objectifs de connaissance et de transformation du monde, et se tourne vers le futur lors de l'élaboration des ressources réalisées dans l'activité constructive. Ainsi, l'activité est toujours à la fois réalisation dans les situations singulières, construction de ressources et développement de moyens au service des personnes, de leurs activités et de leur professionnalité.

Les travaux présentés indiquent par ailleurs que la conception pour l'usage règle une partie seulement de la question de la conception. En effet, pour les deux situations et eu égard à leurs spécificités, la proposition instrumentale fruit de la conception pour l'usage rencontre un échec relatif au plan de la mobilisation d'un instrument directement utilisable dans l'activité productive, qu'elle soit individuelle ou collective. L'utilisatrice du site de la SNCF ne parvient pas à réserver un billet de train pour se rendre dans la ville souhaitée. C'est à la suite d'une exploration approfondie des possibles de l'artefact et de la consultation d'une carte géographique papier qu'elle parvient à ses fins en renouvelant son projet de voyage. Dans la situation d'assistance par hot line, les experts ne peuvent regrouper leurs connaissances individuelles dans un instrument collectif dans le décours de leur activité de hot line selon une simple mécanique d'extraction, puis d'agrégation de contenus. C'est en dehors de l'activité professionnelle et de façon individuelle que les appropriations vont voir le jour.

Ces deux situations apparaissent défavorables à une saisie productive de l'artefact par les opérateurs et l'utilisatrice, telle que projetée initialement lors de la conception. En revanche, elles sont favorables à l'existence d'un espace potentiel de développement de l'activité, d'ampleur différenciée selon la situation. L'utilisatrice du site de la SNCF sur une durée de 15

minutes réoriente ses objets d'activité pour parvenir à ses fins. Nous sommes face à l'émergence d'une finalité constructive de l'activité au sein de l'activité productive. L'expert s'engage dans une élaboration instrumentale qui prend sa source dans l'activité productive qu'elle interroge et modifie à cette occasion.

Le processus général de conception dont nous venons d'analyser le mouvement a des caractéristiques qui, nous semble-t-il, vont au-delà des caractéristiques spécifiques des situations examinées. Il est porté par un ensemble d'acteurs dont quelques-uns seulement sont habituellement identifiés comme concepteurs. Il se concrétise dans une confrontation entre les modèles de la conception pour l'usage et les objets de la conception dans l'usage. La rencontre est ainsi affrontement entre l'activité prévue, conceptualisée en amont et inscrite dans l'artefact, et l'organisation de l'activité dans le réel des situations et des finalités et expériences des personnes.

L'analyse des présupposés véhiculés par les artefacts montre que ceux-ci apparaissent, dans le premier cas, de nature essentiellement techno-centrés : l'espace et le temps propre à la SNCF que l'utilisatrice va intégrer progressivement et à la suite des difficultés qu'elle rencontre à mettre en œuvre l'espace et le temps de sa vie propre. Dans le second cas, ces présupposés réduisent la connaissance à une somme d'informations désincarnées et échouent, de ce fait, à prendre en compte les exigences et la complexité de l'activité de construction collective de connaissances. L'introduction de cet artefact est non-pensée, elle témoigne de la méconnaissance des acteurs quant aux conditions et modalités qui sont nécessaires à une appropriation effective par les opérateurs et susceptibles de donner lieu à l'élaboration d'un instrument collectif.

Ces présupposés de conception sont portés par des modèles de l'activité, et in fine de l'homme, qui sont à la fois pauvres et fragmentés : l'homme est envisagé depuis les possibles techniques et défini à partir de caractéristiques extrinsèques à l'activité.

Dans la situation d'assistance téléphonique, il s'agit d'extraire des connaissances et de les regrouper dans un artefact informatique partagé quand l'activité est une co-construction de problèmes en situation et élaboration de critères de conception dans l'usage ; ceci permettant de définir une structure conceptuelle et opératoire de l'instrument. La proposition technologique à visée de coopération restera essentiellement individuelle et le collectif des experts ne s'inscrira pas dans cette technologie qui lui est pourtant dédiée.

Dans la situation d'usage du site de la SNCF, l'organisation du voyage en train suppose outre le choix d'une ville de départ et d'une ville d'arrivée au sein d'une fourchette horaire définie de choisir un itinéraire. La découverte, puis la maîtrise de la variable itinéraire, seront au service d'une activité orientée vers la recherche de moyens d'action sur l'artefact et non strictement tendue vers la réservation d'un billet de train, orientation initiale de l'activité ayant présidé à l'usage du site.

À l'issue de ce travail, deux chantiers sont, nous semble-t-il, ouverts. Le premier tient à l'unité à considérer pour une conception anthropocentrique, c'est-à-dire au service des hommes. L'unité adéquate, pour l'analyse et pour l'action, est constituée par l'ensemble des processus de conception pour et dans l'usage. Cela nous semble pertinent pour les recherches visant l'analyse et le développement des connaissances sur les processus de conception. Cela nous semble tout aussi nécessaire pour les recherches à visée méthodologique : constitution et gestion des communautés de conception et des communautés de pratique telles qu'explorées en didactique des mathématiques (Georget dans ce volume), organisation des interactions et

des contributions croisées entre les acteurs, entre les moments et mouvements des processus de conception traditionnels et ceux des genèses instrumentales et de l'activité constructive. C'est au sein de cette unité que la rencontre inscrite dans un même mouvement de développement de nature confrontative peut-être féconde.

Le second chantier tient à la transformation des modèles de l'homme dominants dans les champs de l'ingénierie et de la conception, présents également dans les champs plus académiques des sciences humaines et sociales. Ces modèles abordent l'homme essentiellement depuis ses caractéristiques de fonctionnement, en mettant l'accent sur l'analyse de la mobilisation des processus supérieurs de pensée. Par ailleurs, l'homme considéré est un homme connaissant, un sujet épistémique. Ce type de modèle tronque le sujet humain par deux voies complémentaires. La première tient à l'absence de prise en compte de la dimension développementale, irréductiblement humaine. Les résultats présentés dans cette contribution témoignent de l'existence de développement et d'évolution de l'activité, y compris sur une durée très courte d'usage d'un artefact. La seconde voie tient à la réduction de l'homme au sujet épistémique. De nombreuses et très anciennes propositions argumentent l'importance de la culture et des outils culturels dans le développement des formes supérieures de pensée, soulignent le rôle majeur joué par les relations aux autres dans la construction de la personnalité et de la professionnalité, attestent du rôle crucial joué par les situations dans la construction de la signification et l'élaboration de répertoires d'action qui sont efficaces, efficients et porteurs de systèmes de valeurs des personnes (opérateurs, utilisateurs) qui les mettent en œuvre (Vygostki *op.cit*, Bruner 1991, Carroll 1991, Rabardel *op.cit*, Bannon 1991, Bannon et Bodker *op.cit*, Kuutti 1995, Nardi 1996). En d'autres termes, c'est bien au travers de l'inscription concrète dans le monde, de la construction de projets et de leur réalisation, des réussites et des échecs, de l'appartenance à des communautés, de l'expérience vécue et, de ce fait, sensible que nous devenons chaque jour des sujets capables. Cette proposition, issue des travaux récents de Rabardel (2005), permet de réconcilier les visions fragmentaires de l'homme et subordonne le sujet connaissant, épistémique au sujet pragmatique, sujet de capacité et de pouvoir, sujet du '*je peux*' et '*j'ai la puissance de*'. Le chantier qui s'ouvre est celui d'un enrichissement des modèles de l'homme ou, de façon plus radicale peut être, d'une refonte conceptuelle qui questionne les fondements épistémologiques, et les paradigmes retenus, met au travail les démarches de compréhension et de transformation des situations d'activité, construit de nouvelles unités d'analyse, élabore de nouveaux indicateurs pertinents pour appréhender toutes les dimensions de l'homme capable faisant usage de soi et du monde.

REFERENCES

- Bannon, L.J. (1991). From Human factors to Human Actors: The Role of Psychology and Human Computer Interaction Studies in System Design, in J. Greenbaum and M. King (Eds.) *Design at Work: Cooperative Design of Computer Systems*, Hillsdale, NJ Lawrence Erlbaum, 25-44.
- Bannon, L.J., Bodker, S. (1991). Beyond the interface : encountering artifacts in use, in J. Carroll (Ed.), *Designing Interaction: Psychology at the Human-Computer Interface*, Cambridge: Cambridge University Press, 227-253.
- Beguín, P. Rabardel, P. (2000). Designing for instrumented-mediated activity. *Scandinavian Journal of Information System*, 12, 173-190.
- Bruner, J. (1991). *Car la culture donne forme à l'esprit*. Paris : Eshel.
- Carroll J.M. (Ed.) (1991) *Designing interaction, Psychology at the Human Computer Interface*. NY: Cambridge University Press.
- Folcher, V. (2003). Appropriating artifacts as instruments: when design-for-use meets design-in-use, *Interacting With Computers*, 15, 5, 647-663
- Folcher, V., Leal, A. (2004). Mobilisation et construction de ressources dans l'utilisation d'artefacts électroniques de lecture, in O. Gapenne, M.C. Manes Callo, C. Brassac, L. Mondada (Eds.) *Alternatives en Sciences Cognitives, enjeux et débats, Revue d'Intelligence Artificielle*, 19, 1/2, 179-194.

- Folcher, V., Rabardel, P. (2004). Hommes, artefacts, activité, la perspective instrumentale, in P. Falzon (Ed.) *Ergonomie*, PUF, 251-268.
- Folcher, V., Sander, E. (2005). Usages et appropriation : de l'analyse a priori à l'analyse de l'activité instrumentée, in P. Rabardel, P. Pastré (Eds.) *Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développement*. Toulouse : Octarès, 129-155.
- Folcher, V. (2005). De la conception pour l'usage au développement de ressources pour l'activité In P. Rabardel & P. Pastré (Eds.) *Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développement*, Toulouse : Octarès, 189-210.
- Guerin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., Kerguelen, A. (1991). *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*, ANACT.
- Kuutti, K. (1995). Activity theory as potential framework for human computer interaction research, in B. Nardi (Ed.) *Context and Consciousness : activity theory and human computer interaction*, Cambridge: MIT Press, 17-44.
- Nardi, B. (Ed) (1996). *Context and consciousness, Activity theory and human computer interaction*, London: MIT Press.
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Colin.
- Rabardel, P., Samurçay, R. (2001). Artifact mediated learning, *New Challenges to Research on Learning. International Symposium organized by the Center for Activity Theory and developmental Work*. Research, University of Helsinki, Mar. 21-23.
- Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir, in P. Rabardel, P. Pastré (Eds.) *Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développement*. Toulouse : Octarès, 12-29.
- Vygostki, S. L. (1934-1985). *Pensée et langage*. Messidor.
- Wisner, A. (1972). Diagnosis in ergonomics or the choice of operating models in field research. *Ergonomics*, 15, 6, 601-620.

VERS DE NOUVEAUX SYSTEMES DOCUMENTAIRES DES PROFESSEURS DE MATHEMATIQUES ?

Abstract We expose in this course a *documentary approach*, broadening the instrumental approach into three directions: towards teachers' activity, towards all kinds of teaching resources and towards collective genesis processes. We introduce a distinction between available *resources* and *documents* elaborated by teachers through a *documentary genesis* process. We study the structure of individual *documentary systems*, organized around a *hub document*. *Communities documentary systems* involve a *documentary model*, fostering further geneses.

PROLOGUE

Le titre du thème 2 de cette école d'été 2007 : *Situations mathématiques et documents pour le professeur* invite à l'étude de ce qui *documente* l'action professionnelle du professeur de mathématique, en relation avec la conception et la mise en œuvre de situations mathématiques. Nous commencerons par interroger cette question :

- « situations mathématiques » fait référence à la théorie des situations (Brousseau 1998), il s'agit plutôt ici de conception du *cours de l'étude mathématique*, incluant bien sûr la conception et la mise en œuvre de situations mathématiques, mais aussi d'autres éléments d'une *organisation didactique* liée au travail du professeur en classe et hors classe ;

- « documents pour le professeur » fait référence à des objets déjà constitués. Il aurait été préférable sans doute de parler de *la documentation du professeur*, pour plusieurs raisons : la documentation peut s'entendre (c'est dans ce sens que nous l'avons entendue) comme *l'action de se documenter*, le *du* est plus large que le *pour* (il y a des documents *pour* le professeur et des documents *par* le professeur), et puis le singulier de documentation induit l'idée d'un *système de documents* dont l'étude doit mettre à jour la structure et la dynamique ;

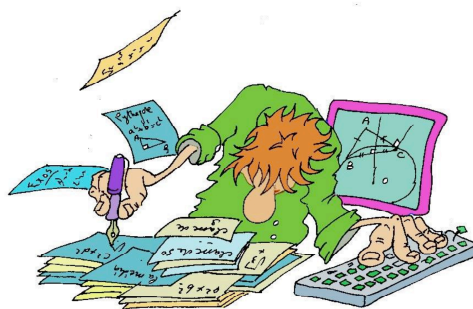


Figure 1. Une illustration, par un enseignant, du travail de documentation (<http> - Cecconi³)

- enfin, il y a le singulier « documents pour le professeur ». On peut certes concevoir qu'il s'agit de considérer la figure « familière et problématique » du professeur, pour reprendre l'expression de Chevallard (1998) et de regarder ce qui distingue, dans la conception de ses documents, le professeur de mathématiques des autres professeurs, ce qui signe, de ce point de vue, sa *geste professorale*. Mais cela induit le regard du chercheur vers une certaine technique – individuelle – de documentation du professeur, vers un certain système – personnel – de documents. Nous avons fait le choix dans ce cours de regarder davantage *les professeurs* au pluriel, ce choix nous semble justifié par les évolutions en cours de ces techniques et de ces systèmes.

³ La notation <http>-XXX désigne ici un site web référencé dans la biblio-webographie sous l'entrée XXX.

A l'orée de ce cours, il nous faut préciser nos choix théoriques et méthodologiques.

Les choix théoriques d'abord. Nous nous adossons à des cadres théoriques qui nous fournissent des concepts essentiels : le *milieu* du professeur (Margolinas 2002), la *codétermination des organisation mathématiques et didactiques* (Chevallard 2002), les *genèses instrumentales* (Rabardel 1995). Nous utilisons aussi des travaux récents à propos de conception de ressources pour la formation, issus de croisements interdisciplinaires (didactiques, sciences de l'éducation, informatique) de points de vue (Baron *et al.* 2007) et de recherches en cours, en particulier celles du projet GUPTEn, consacré aux Genèses d'Usages Professionnels des Technologies chez les Enseignants (Lagrange *et al.* 2007). Dans cette diversité d'apports, notre balise principale est celle de *l'approche instrumentale*. Nous tentons de poursuivre la réflexion que Rabardel (1999) avait initiée lors de l'école d'été de 1999, et dont Folcher a repris le fil dans sa conférence (ce volume). Cette approche avait été développée pour la prise en compte des artefacts, en particulier informatiques, dans les processus d'apprentissage des élèves, nous proposons d'étendre son champ d'application, et ainsi de l'enrichir, de développer ses concepts et ses méthodes, dans trois directions : vers l'ensemble des ressources de l'activité enseignante des professeurs, vers le sujet professeur, et enfin vers la prise en compte de processus collectifs, de genèses communautaires.

Les choix méthodologiques ensuite. Nous avons choisi de focaliser notre regard :

- sur les ressources *numériques*. Il ne s'agit pas d'ignorer les autres ressources, mais les évolutions récentes, rapides et profondes (Pédaque 2006, 2007), en matière de documentation nous semblent justifier de nous intéresser à la rupture des équilibres anciens provoquée par l'irruption du numérique, et aux processus de recomposition de nouveaux équilibres de documentation professionnelle. Nous nous situons ainsi dans le prolongement de recherches sur *l'intégration* des TICE (Guin et Trouche 2002, Ruthven 2007) ;

- sur la documentation du *professeur*. Nous aurions pu aussi regarder la documentation du *formateur* ou du *chercheur*, des ateliers s'y intéressent d'ailleurs. Il nous a semblé préférable de considérer une des professions liée à l'enseignement des mathématiques, puis de voir si les outils, les concepts construits sont transposables dans d'autres cadres ;

- sur le professeur *du second degré*, pour deux raisons. Tout d'abord la complémentarité avec l'autre cours de ce thème, par Margolinas et Wozniak, qui regarde le premier degré. Une autre raison, liée à notre premier parti pris : le développement des ressources numériques nous a semblé plus visible dans le second degré que dans le premier degré ;

- sur le travail du professeur en dehors de la classe, étant bien sûr conscient que la documentation du professeur se poursuit dans son travail dans la classe. Ce choix a été justifié par le fait que nous considérons que le travail de documentation se fait pour une grande partie hors de la classe, et que cette part du travail enseignant a été jusqu'ici peu étudiée.

Une fois ces choix faits, nous avons décidé de nous appuyer sur deux types de dispositifs :

- un premier type de dispositif que nous avons construit spécialement pour ce cours. Tout d'abord une série d'entretiens avec neuf professeurs de collèges et de lycées. Pour ces entretiens, nous avons exploité la méthodologie développée par Margolinas *et al.* (2007) ; le guide de questionnement figure en annexe A, la liste des professeurs interrogés et certaines de leurs caractéristiques en annexe B. Pour essayer de mettre en rapport les documents constitués et les activités professionnelles dans lesquelles les professeurs sont engagés, nous avons de plus élaboré un questionnaire (annexe C). Nous l'avons soumis à un public particulier (lors des journées mathématiques de l'INRP). Nous avons obtenu neuf réponses (2 enseignants de collège, 7 de lycée).

- un deuxième type de dispositif repose sur des communautés ou des ensembles de ressources bien identifiés, Educnet ([http – educnet⁴](http://educnet.fr), site du ministère de l'Éducation Nationale

pour les technologies de l'information et de la communication), SFoDEM (dispositif de formation continue, Guin *et al.* 2008) et Mathenpoche ([http – Mathenpoche](http://www.mathenpoche.fr)), noté MEP par la suite, base d'exercices en ligne pour le collège (Bueno-Ravel et Gueudet 2007).

Nous pouvons maintenant entrer dans notre cours, qui est composé de quatre parties, dont les titres seront éclairés au fur et à mesure de notre avancée :

- 1) La dialectique ressources/documents
- 2) Ressources pour l'enseignement des mathématiques ;
- 3) Systèmes d'activité et systèmes documentaires ;
- 4) Genèses documentaires communautaires.

Nous concluons par quelques questions qui nous semblent être posées aujourd'hui à notre communauté, aussi bien pour ses recherches que pour sa documentation propre.

1. LA DIALECTIQUE RESSOURCES/DOCUMENTS

Nous dégageons ici des concepts essentiels permettant de structurer cette étude en nous appuyant sur les entretiens que nous avons réalisés.

L'entretien comportait trois temps (annexe A) : la *présentation* de ce qui a été utilisé pendant l'année pour préparer/faire la classe, puis une *visite guidée* de trois documents les plus importants cette année, enfin un *regard vers le passé et vers le futur*. Nous avons choisi 5 professeurs de collège et 4 professeurs de lycée, qui ne sont ni débutants, ni en fin de carrière ; la plupart ont autour de 40-50 ans (annexe B). Nous avons de plus été attentifs dans notre choix à trois critères dont nous faisons l'hypothèse qu'ils pourraient avoir une influence sur le travail documentaire : le degré d'intégration des TICE (Assude 2007), les responsabilités institutionnelles (par exemple l'implication dans la formation continue) et le degré d'implication dans une communauté de professeurs (par exemple MEP ou SFoDEM). Les entretiens se sont déroulés au domicile des professeurs concernés.

Quels sont les premiers enseignements que nous en retirons ?

- la documentation apparaît comme une activité importante, nécessitant beaucoup de temps, quelle que soit l'expérience professionnelle ;
- la documentation est identifiée comme étant relative principalement à la préparation des cours, mais aussi à d'autres activités professionnelles (formation personnelle, relation avec l'administration)
- le travail de documentation se réalise en une pluralité de lieux, il mobilise une pluralité de supports, avec des interactions complexes (classeur papier, dossiers dans l'ordinateur personnel portable ou fixe, dans une clé USB...) ;
- l'irruption des ressources numériques sous des formes diverses (logiciels, sites), dans tous les entretiens, est décrite comme source d'évolutions majeures ;
- il y a une grande diversité des pratiques de documentation, selon les professeurs ;
- les documents sont le produit de compositions, ils évoluent au cours du temps. Ils constituent à la fois des *objets* de travail et des *outils* pour l'action des professeurs.

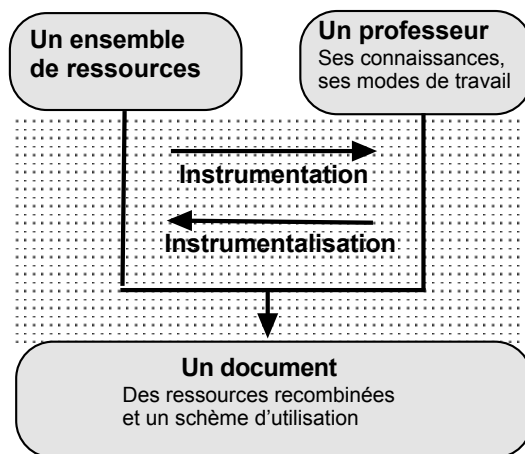
Nous allons maintenant présenter les concepts essentiels à l'analyse de ces entretiens, et de l'activité documentaire des professeurs.

1.1 Une distinction essentielle entre ressources et documents

Il nous semble important, à cette étape de notre analyse, d'approfondir cette dialectique *objet-outil* de travail en proposant une distinction entre *ressources* et *documents*. Nous nous inspirons de la distinction qui, selon Crozat (2007), fait consensus dans le domaine documentaire : « la notion de ressource est utilisée au sens de ressource pour construire des documents [...]. Le document est porteur d'une intention spécifique à un contexte d'usage ». Cette distinction est à mettre

en relation avec le point de vue qui ressort de l'ouvrage collectif Pédaque (2006) : « Tout peut devenir document ». Dans cette perspective, des *ressources* peuvent donner matière, pour un professeur, à un *document*.

Nous précisons cette distinction ressources/document à partir de l'approche instrumentale : Rabardel définit un *instrument* comme étant issu d'une construction, à partir d'un *artefact*, par un utilisateur. Cette construction, la genèse instrumentale repose, pour un individu donné, sur un processus *d'appropriation* et de *transformation* de l'artefact, pour réaliser une tâche donnée, à travers une *variété de contextes d'usage*. La construction d'un instrument s'accompagne du développement d'un *schème* (Vergnaud 1996) d'utilisation : un schème est une organisation invariante de l'activité, structurée par des invariants opératoires qui se forment à travers une variété de contextes d'usage. Nous considérons ici (figure 2) que le professeur, dans son travail de documentation, dispose d'un ensemble de *ressources-artefacts* (manuels, logiciels, sites), qui vont donner naissance, pour une tâche donnée, au cours d'une *genèse documentaire*, à un *document-instrument*. Par exemple, pour une tâche du type « constituer un cours pour introduire une notion donnée », l'activité est structurée par un ensemble de règles d'action (rechercher des ressources dans tel ou tel ensemble plus ou moins structuré, les recombinaison sous telle ou telle forme, les intégrer de telle ou telle manière dans un ensemble personnel déjà organisé de ressources, exploiter cette nouvelle ressource dans la classe, la nourrir de telle ou telle façon des effets observés, garder en mémoire tel ou tel fait phénoménologique didactique saillant, réviser de telle ou telle manière cette ressource après usage, etc.).



La genèse d'un document

A travers l'activité individuelle et sociale d'un professeur, pour la réalisation d'un objectif donné, dans un système d'assujettissements institutionnels

Figure 2. Représentation schématique d'un processus de genèse documentaire

Un document est ainsi une entité mixte, avec une composante matérielle et une composante psychologique (un schème d'utilisation de ces ressources, pour la réalisation d'un tâche donnée). Ce premier point fondamental peut s'écrire, sous une forme très schématique :

$$\text{document} = \text{ressources} + \text{schème d'utilisation}$$

L'approche instrumentale distingue, au cœur des genèses instrumentales, deux processus imbriqués, les processus *d'instrumentation* (constitution des schèmes d'utilisation des artefacts) et les processus *d'instrumentalisation* (par lesquels le sujet met à sa main les artefacts). Ces notions nous permettront de désigner et d'analyser, dans les *genèses documentaires*, les processus de transformation des ressources au cours de leur appropriation par les enseignants (instrumentalisation) et les évolutions professionnelles induites par le travail sur ces ressources (instrumentation). Nous voulons souligner le caractère essentiel de ces processus, que l'on peut retrouver décrits sous d'autres termes dans des études sur les

curriculum materials : ainsi Remillard (2005, p. 221), s’inscrivant dans une perspective vygotkienne de médiation par les outils, précise que « these tools, as products of sociocultural evolution, both shape and are shaped by human action through their affordances and constraints ».

Lors d’une école d’été où elle a été présentée, Rabardel (1999) développait cette approche en évoquant les *ensembles d’artefacts* avec lesquels un individu avait à faire, donnant matière à *des systèmes d’instruments*. De la même façon, nous essaierons de mettre en évidence ici, *des systèmes documentaires* pour les enseignants.

1.2 Les genèses documentaires : des processus qui se poursuivent

Les *genèses documentaires*, tout comme les genèses instrumentales, ne sont pas à considérer comme des processus ayant un début et une fin clairement identifiables, mais comme un *développement*.

Cette idée est présente dans la conférence de Folcher (ce volume), avec les notions de *conception pour l’usage, conception dans l’usage*. La rencontre de ces processus est généralement problématique (Folcher 2005). Le développement d’un document répond à un objectif (il s’agit de concevoir *pour*, par exemple réaliser un cours), mais ce développement se poursuit dans la réalisation de ce cours. Ce document donne naissance à son tour à des ressources (par exemple des copies d’élèves) qui pourront être mobilisées, avec d’autres ressources, dans de nouvelles genèses. L’expression de cycle de conception est parfois utilisée dans le cadre de l’approche instrumentale (Contamines *et al.* 2003). Il nous semble plus suggestif, pour rendre visibles simultanément la dialectique ressources/document et les évolutions temporelles associées, de proposer l’image d’une hélice s’enroulant autour de l’axe du temps.

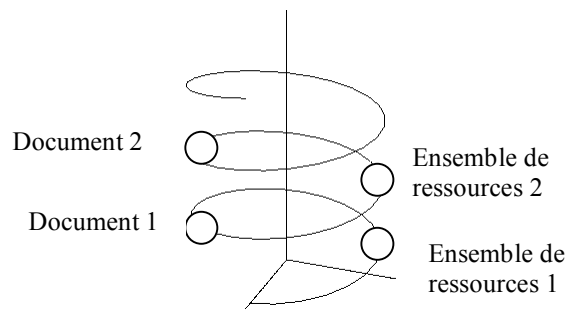


Figure 3. Dialectique ressources/document et évolution temporelle

Ainsi, dans le cas de Marie-Françoise (54 ans, lycée), qui pratique les narrations de recherche, une idée de problème ouvert peut constituer une ressource, qui, associée à d’autres ressources (supports matériels, par exemple), va être engagée dans le développement d’un document. Celui-ci va produire de nouvelles ressources, par exemple les productions d’élèves associées, qui seront engagées dans le développement d’un nouveau document. Notons que nous ne présentons pas ici l’idée de problème ouvert comme le point de départ d’un processus ; il faudrait, pour ce faire, identifier un instant initial, or l’idée de problème ouvert peut elle-même provenir de différentes sources.

Au-delà des nouvelles ressources produites, la genèse documentaire concourt au développement professionnel du professeur. Ceci est visible pour des professeurs stagiaires (Abboud-Blanchard *et al.*, ce volume), mais également pour des professeurs expérimentés, tout au long de leur carrière.

1.3 Niveaux, schèmes et usages

Nous poursuivons ici l'exposé de la notion de genèse documentaire, en nous penchant sur des concepts qui en sont constitutifs, en particulier celui de schème. Nous présentons au préalable un cas, issu des entretiens auquel nous avons recours pour éclairer ces concepts.

Marie-Pierre a 40 ans. Elle a enseigné 6 ans en lycée, et exerce depuis 8 ans en collège. Son collège est un petit établissement (150 élèves, milieu rural) qui participe à une expérimentation de cartable numérique. Les élèves et les professeurs sont munis d'ordinateurs portables et de clefs USB depuis 2003. Marie-Pierre dispose dans sa salle d'un Tableau Blanc Interactif (noté TBI par la suite) depuis 2004. Elle utilise couramment des logiciels de géométrie dynamique, des tableurs, MEP et d'autres ressources proposées par le site Sésamath ([http – Sésamath](http://www.sesamath.net)), ou encore d'autres sites web. Elle a obtenu de l'éditeur Hachette une version électronique des manuels de ses classes pour elle-même et ses élèves. Elle emploie le TBI à tous ses cours. Elle prépare une trame de cours sur traitement de texte, et sélectionne des extraits de sites web ou du manuel électronique qui seront intégrés dans la trame sur le TBI au fil de son cours. En classe, elle note aussi sur le TBI des remarques formulées par les élèves, ou les envoie résoudre un exercice : le tout est conservé sous forme de « paperboard » (fichier formé d'une succession d'images reprenant les affichages du tableau que le professeur a enregistrés). Elle peut ainsi revenir au début d'une séance sur ce qui a été noté lors de la, ou des, séance(s) précédente(s).

I. Aire d'un parallélogramme :

Pour calculer l'aire d'un parallélogramme, on multiplie la **longueur d'un côté** par la **hauteur relative à ce côté** :

$$A = b \times h$$

Application : calculer l'aire de ce parallélogramme

On repère la longueur d'un côté.
On repère la hauteur relative à ce côté.
On multiplie la longueur du côté repéré par la hauteur relative à ce côté :
 $A = 12 \times 5 = 60$
L'aire du parallélogramme vaut 60 cm².

À toi de jouer
Détermine l'aire des parallélogrammes MNOP et ABCD ci-contre :

$A_{MNOP} = 15 \times 8 = 120 \text{ cm}^2$

$A_{ABCD} = 9 \times 3 = 27 \text{ cm}^2$

Figure 4. Eléments descriptifs du travail de Marie-Pierre, avec extraits de paperboards (réalisés avec un TBI)

Niveaux constitutifs d'une ressource

La considération de tout *ensemble* de ressources, de tout *système* de documents nécessite selon nous de prendre en compte trois niveaux, dont nous souhaitons montrer la *codétermination* :

- le niveau des supports matériels utilisés : papiers, numérique, mais aussi les artefacts de type classeur, ordinateur fixe, ordinateur portable, clef USB ;
- le niveau des contenus mathématiques, analysables en termes *d'organisations mathématiques (OM)* ;
- le niveau des éléments relatifs à l'exploitation en classe, à la planification, analysables en termes *d'organisation didactiques (OD)*.

On retrouve ici les niveaux proposés par Chevallard (1992) pour l'étude de l'implémentation didactique des objets informatiques : le hardware didactique (les logiciels, les modes d'emploi), le software didactique (les situations mathématiques) et le *système d'exploitation didactique* (modes d'exploitation de ces situations dans l'environnement).

Pour toute analyse centrée sur la documentation, il nous semble pertinent de parler de *codétermination des OM, des OD et des supports*. Dans le cas de Marie-Pierre, la préparation

d'un cours mobilise des ressources qui au niveau des supports matériels comportent : un logiciel de traitement de textes, différents sites web, le logiciel du TBI, une fiche papier pour les élèves ... Dans l'exemple de la figure 4, extrait d'un cours portant sur aire et périmètre en classe de 5^e, on observe, par exemple, qu'il est question du type de tâches « calculer l'aire d'un parallélogramme », et d'un élément technologique : la formule de l'aire. Et l'on relève des traces d'organisations didactiques : un moment d'institutionnalisation de la formule de l'aire, un moment de travail de la technique pour appliquer cette formule.

Schéme d'utilisation d'un ensemble de ressources

On observe, dans ce que décrit Marie-Pierre pour la préparation d'un cours, différents *gestes documentés* : élaboration d'une trame sur traitement de texte, sélection d'extraits de sites et de manuels... Ces *gestes documentés* sont des actions observables, qui peuvent varier selon le contexte de l'activité, mais sont néanmoins organisés par une structure. La part invisible de cette structure organisatrice est constituée d'*invariants opératoires* ; et sa part visible correspond aux régularités observables dans l'activité du professeur, dans ses *gestes documentés*. Ce sont ces régularités que nous appelons un *usage*. Nous distinguons donc une *utilisation*, qui peut être ponctuelle, et un *usage* qui suppose une régularité des gestes documentés (Lagrange *et al.* 2007), qui peuvent se cristalliser en *routines* (Butlen *et al.* 2002).

Mais l'essentiel d'un schéma d'utilisation est un construit psychologique, un ensemble d'*invariants opératoires*, dont certains éléments vont pouvoir être inférés de l'usage des ressources.. L'étude des trames de cours de Marie-Pierre est instructive de ce point de vue. Il s'agit de textes à trous, comportant donc des espaces vides destinés à être remplis en classe. Ainsi, pour un cours sur aire et périmètre en cinquième, la trame de cours comporte notamment :

« Pour calculer l'aire d'un parallélogramme, on multiplie la par larelative à ce côté. $A = \dots\dots$ ».

Ce texte est complété en classe, au cours d'un échange avec les élèves, par les expressions « longueur d'un côté », « hauteur », et par la formule « $b \times h$ ». Les choix mathématiques et didactiques que l'on observe sur cet exemple, mais qui se répètent dans diverses trames de cours de Marie-Pierre, et la conception du support associé par l'enseignante, nous permettent d'inférer l'existence d'un invariant opératoire relevant simultanément de l'*ostension* (Salin 1999) et de l'*effet Topaze* (Brousseau 1998). Il ne s'agit pas simplement de la présence d'un « texte à trous », mais aussi des choix faits dans ce texte même, entre ce qui est donné, et ce qui est à compléter. L'expression « La ... relative à ce côté » ne laisse guère place à l'incertitude. Cet invariant est lié aux connaissances de Marie-Pierre, aux conceptions qu'elle a des mathématiques et de leur enseignement. L'invariant dépend des connaissances, et en engendre. C'est ainsi que la généralisation de l'accès à des TBI, ou simplement à des vidéo-projecteurs peut faire supposer un renforcement de pratiques tournées vers l'ostension.

Nous retenons ici l'équation : *document* = *ressources* + *usages* + *invariants opératoires*, équation qu'il faut toujours penser en association avec un développement temporel. Le document n'est pas un résultat final, mais une production de l'activité du sujet, qui va à son tour documenter cette activité.

2. RESSOURCES POUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Dans cette partie, nous allons centrer notre regard sur les ressources, en interrogeant en particulier les spécificités du numérique, mais sans nous y limiter. Nous nous situons dans la perspective adoptée par Pédaque (2006, p. 78) « L'important est bien de mieux cerner la notion de document en général, dont le numérique est à la fois un révélateur et un facteur d'évolution. »

2.1 De nouveaux ensembles de ressources

Ensembles de ressources numériques, lecture-réécriture, mise à disposition et indexation.

Le numérique permet l'intégration, dans un même support, de différents média (Bachimont 2004). Toute ressource devient ainsi un ensemble de ressources susceptible de multiples décompositions en fragments selon les sélections du lecteur, et pouvant également à l'inverse être inscrite par le lecteur dans un ensemble plus vaste, en particulier par l'emploi des liens hypertexte disponibles.

Toute lecture induit une appropriation par le lecteur, interprétable dans notre approche en termes de genèse documentaire. Cependant le numérique développe des formes particulières d'appropriation, ce qui a conduit les chercheurs spécialistes de lecture numérique à identifier cette appropriation comme une *réécriture* (Pédauque 2007, Souchier *et al.* 2003). Il y a ainsi création d'une nouvelle ressource, pour le lecteur-récrivain mais éventuellement aussi pour d'autres lecteurs. En effet, une autre des spécificités du numérique est le déplacement des frontières public/privé, avec la possibilité donnée à chaque sujet muni d'un matériel adapté de *mettre à disposition* ses compositions personnelles. Dans ce contexte numérique, la notion d'*original* et la notion d'*auteur* s'estompent ; les questions d'*appropriation* et de *traçabilité* deviennent centrales.

Ceci conduit également à poser des questions d'accessibilité des ressources. On parle, pour les utilisateurs, de nouvelles fonctions à assurer : classement, recherche, critique, identification des auteurs et des textes, qui nécessitent des savoirs et compétences très divers (Pédauque 2006). En même temps, dans le contenu numérique des ressources figurent des éléments d'indexation, plus ou moins accessibles à l'utilisateur (en particulier selon son degré de compétences informatiques). Des choix importants sont à faire pour l'indexation : quel grain de ressource indexer, quels détails donner dans une description ? Des standards internationaux sont en cours d'élaboration, on peut citer en France le schéma LOM-FR (<http://LOM-FR>). On peut associer à une ressource une fiche LOM-FR qui comporte un ensemble de méta-données : langue, auteurs, requis techniques, mais aussi caractéristiques pédagogiques : « activité induite », « temps d'apprentissage » par exemple. On peut supposer que ces méta-données, qualifiées de pédagogiques, sont susceptibles de poser problème d'un point de vue didactique.

Transmettre des usages ?

L'utilisateur, ou le collectif d'utilisateurs de ressources, construisent des documents dans des processus de *genèses documentaires*. Ces documents donnent matière à des ressources qui peuvent être *mises à disposition* ou *transmises* au-delà du lecteur, ou du collectif initial. Lorsque l'on comprend le document, selon ce que nous proposons, comme l'association d'un *ensemble de ressources* et d'un *schéma d'utilisation* de ces ressources, on comprend que ce qui peut donner lieu à *mise à disposition* ou *transmission* est simplement la partie visible, c'est-à-dire l'ensemble de ressources et son *usage*. Le sujet ou le collectif qui met à disposition ou transmet, dans l'espoir de donner accès au document construit, sera peut-être tenté d'associer des descriptions d'usages à sa composition personnelle. Dans ses recherches sur les matériaux curriculaires, Remillard (2005) montre ainsi que les auteurs, qui produisaient traditionnellement des écrits à destination des élèves et ayant vocation à être transmis *à travers* le professeur (*speaking through the teacher*), ont tendance désormais à s'adresser en plus *au* professeur (*speaking to the teacher*), à propos d'idées mathématiques, de stratégies pédagogiques.

2.2 Spécificités des ressources pour l'enseignement des mathématiques.

Nous présentons dans cette partie une première réflexion sur ce qui peut apparaître comme spécifique aux mathématiques dans une étude de la documentation des professeurs. Nous avons choisi de porter notre regard sur des ressources numériques, d'en dégager quelques premiers constats et questionnements ; nous verrons qu'au moins certains de ceux-ci conduisent à une interrogation dépassant sans doute le numérique.

Quels types de ressources, d'ensembles de ressources en mathématiques ?

On peut d'abord s'interroger sur le type de ressources disponibles pour les enseignants de mathématiques. Il y a, bien entendu, des logiciels spécifiques : logiciels de géométrie dynamique, tableurs... qui sont amplement cités par les enseignants que nous avons interrogés, et référés par Educnet. Ces logiciels sont souvent associés à des ensembles de ressources permettant de les exploiter, proposés par des communautés d'utilisateurs. Comme ces logiciels sont particulièrement nombreux en mathématiques, les ensembles de ressources de ce type apparaissent comme une spécificité mathématique.

Certaines ressources apparaissent rarement en mathématiques. Ainsi, le lien direct avec l'actualité de la recherche scientifique ne semble pas présent en mathématiques sur Educnet, alors que l'on trouve, sur ce même site mais en SVT, des productions de chercheurs en biologie. De même, les enseignants de sciences interrogés par Ruthven *et al.* (2005) déclarent utiliser Internet pour se tenir au plus près de l'actualité de la recherche. Cette spécificité n'est sans doute pas liée au caractère numérique des ressources, c'est une difficulté plus large d'écart entre la recherche en mathématiques et l'enseignement des mathématiques.

Par ailleurs, il y a sur Educnet peu de productions d'élèves en mathématiques, contrairement à ce qu'on observe par exemple en arts plastiques. Ceci nous semble significatif de deux phénomènes. D'une part, en mathématiques, il est rare que des productions d'élèves soient données à voir publiquement, contrairement à ce qui a lieu en arts plastiques. D'autre part, les productions d'élèves proposées sur Educnet en arts plastiques sont des productions numériques, par exemple des montages de photographies numériques. Or il semble qu'en mathématiques les élèves soient peu amenés à produire sous forme numérique. La situation évoluera peut-être avec l'intégration de logiciels et plus généralement de dispositifs de composition de ressources numériques accessibles en classe aux élèves.

Quels critères de choix de ressources pour le professeur ?

En ce qui concerne la démarche de recherche et de sélection de documents par les enseignants, certaines spécificités peuvent apparaître « en creux » par rapport à ce qui est mentionné par Ruthven *et al.* (2005) pour l'histoire, la géographie, ou les sciences. Alors que, dans ces domaines, les enseignants signalent la nécessité d'un travail important sur l'authenticité des sources, leur fiabilité, aucun enseignant de mathématiques n'évoque ce problème dans nos entretiens. Cette remarque nous semble pointer un questionnement qui est loin d'être anodin. Qu'est-ce que la *fiabilité* d'une ressource mathématique, est-ce que la prolifération de ressources numériques pose des problèmes spécifiques de ce point de vue, et comment les professeurs jugent-ils de cette fiabilité ? On voit que la question se déplace de l'authenticité vers la rigueur, l'exactitude mathématique, et plus généralement, la cohérence épistémologique et didactique. Les ressources et ensembles de ressources numériques opèrent un découpage, une transformation du savoir : on retrouve ici les questions qui ont conduit Balacheff (1994) à l'introduction de la notion de *transposition informatique*.

Quelle est la place de la cohérence épistémologique et didactique dans le processus de recherche et de sélection de ressources par le professeur de mathématiques ? Des grilles

d'analyses de ressources en ligne ont été développées dans des travaux de didactique des mathématiques, on peut citer en particulier Artigue *et al.* (2006) et Cazes *et al.* (2007). Il serait certainement utile de passer de ces grilles, élaborées à des fins de recherche, à des grilles ou des critères pouvant aider les enseignants dans leur choix et leur analyse a priori d'une ressource. Il faut pouvoir comprendre et analyser comment le savoir est transposé dans une ressource, ou un ensemble de ressources. Une telle analyse de transposition, effectuée dans Haspekian (2007) à propos des ressources du site Educnet évoquant le tableur, montre par exemple un écart entre ce que l'institution propose pour accompagner les enseignants et ce qu'elle énonce comme attentes dans les programmes. De tels questionnements peuvent conduire également à étudier la possibilité, pour le professeur, de situer son action dans une dialectique des *médias* et des *milieux* (Chevallard 2005), c'est-à-dire de pouvoir soumettre à la critique des assertions obtenues par différents médias.

3. SYSTEMES D'ACTIVITE ET SYSTEMES DOCUMENTAIRES

Dans cette partie nous nous centrons sur les professeurs, leurs systèmes d'activité et leurs systèmes de documents. Comme le souligne Ruthven (2007) : « there is a big difference between a collection of resources and a coherent system ». Ruthven considère le système de ressources comme un élément de ce qu'il nomme « the structuring context of the classroom practice ». Ici nous adoptons un point de vue différent en portant notre regard en priorité sur les ressources et sur le développement de documents à partir de ces ressources. Ceci nous conduit à considérer un système cohérent de documents, développé par le professeur. Nous faisons l'hypothèse que les professeurs développent un système documentaire dont la structure suit celle de leur activité professionnelle. C'est l'observation des articulations, des régulations, des ruptures et évolutions de ce système documentaire qui nous permettra d'analyser les *genèses documentaires* pour un sujet, ou un groupe de sujets.

3.1 Systèmes d'activité, structure des systèmes documentaires.

De nombreux travaux sur les pratiques des professeurs pointent la nécessité de démêler leur complexité, nous allons également dans cette direction. Nous questionnons la structure du domaine d'activité professionnelle des professeurs de mathématiques. Il ne s'agit pas pour autant d'effectuer un découpage en unités séparées ; nous distinguons certes des catégories, mais les articulations entre ces catégories sont nombreuses, nous le montrerons.

Familles d'activité

Rabardel et Bourmaud (2005) proposent plusieurs plans d'organisation du domaine d'activité professionnel. Les situations d'activité sont tout d'abord organisées en *classes de situations* : situations voisines en termes de tâches à accomplir et de conditions à prendre en compte, qui vont engendrer des modalités d'action voisines.. Les classes de situations sont ensuite regroupées en *familles d'activité* : ensembles de classes de situations qui correspondent à un même type de finalité générale de l'action. Les classes de situations et les familles d'activité sont des dimensions générales qui structurent le domaine d'activité, que nous nommons ici système d'activité pour suggérer cette structure.

Ici nous parlerons de *types de tâches didactiques* (Chevallard 2002) plutôt que de classes de situations. En effet l'activité du professeur est complexe, et se prête difficilement à la détermination de classes de situations. Le concept de type de tâches didactique, et l'idée que le type de tâche que le professeur doit accomplir est la mise en place dans sa classe d'une organisation mathématique donnée permet de clarifier l'analyse en tenant compte du rôle prédominant joué par les contenus de savoir en jeu.

Pour distinguer les différents types de tâches didactiques et les différentes familles d'activité pour les professeurs, nous nous sommes basés sur notre questionnaire (annexe C) et nos entretiens. Il ne s'agit pas d'élaborer des catégories générales à partir de ce petit échantillon, mais d'avancer quelques éléments de structure des systèmes d'activité permettant de progresser dans la compréhension de la structure des systèmes documentaires.

Il nous a semblé que l'on pouvait distinguer les trois familles d'activité suivantes :

- *organiser son propre enseignement* : adapter des organisations mathématiques, concevoir des organisations didactiques, évaluer et réviser l'enseignement ;

- *participer à l'organisation de l'enseignement à travers les institutions communes aux différentes disciplines scolaires* : élaborer des bulletins scolaires, participer aux conseils de classe, aux réunions parents-professeurs... ;

- *développer une réflexion sur sa propre pratique* (Vasquez-Bronfman 2000) : se former, se remettre en question, se cultiver, « rentrer » dans un logiciel ou un site, se les approprier ;

Il faut de plus mettre « du volume » dans ces familles d'activité, en considérant deux axes :

- *l'axe du temps*, dont nous avons déjà souligné l'importance. Par exemple l'organisation de l'enseignement peut se concevoir pour une séance, une année, etc. ;

- *l'axe individuel-collectif*, auquel nous allons accorder une importance croissante, prend en compte les possibilités de mutualisation pour chacune de ces familles d'activité.

Enfin, il est nécessaire de penser l'articulation des activités en classe et des activités hors classe, puisque *l'action conjointe* (Assude et Mercier 2007) du professeur et de ses élèves en classe documente évidemment le professeur.

Il apparaît clairement que ces catégories, ainsi que les types de tâches didactiques que nous aborderons ensuite, sont liées aux différents niveaux *de milieux et de situations* dans la théorie des situations (Margolinas 2002) qui permettent en particulier de considérer l'articulation entre le projet du professeur et l'action de celui-ci en classe. Elles seraient également à articuler avec les composantes didactiques et professionnelles des pratiques enseignantes distinguées par la *double approche* (Robert et Rogalski 2002). Ces articulations théoriques sont à travailler.

Notons que ces familles d'activité ne sont pas disjointes. L'activité d'un professeur qui élabore un sujet de devoir relève tout autant de l'organisation de son enseignement que de la participation aux structures communes, et peut conduire à développer une réflexion sur sa propre pratique.

Types de tâches didactiques

Nous donnons ici quelques exemples de types de tâches didactiques de la famille « organiser son enseignement » et de leurs articulations à partir d'une étude de cas.

Marie-Françoise a longtemps enseigné en collège, elle exerce en lycée depuis 2003. Cette année, elle a pour la première fois des Terminales S. Elle a donc élaboré, pour la première fois, un cours sur les nombres complexes. Elle s'est servie pour cela de sources historiques, collectées sur le site Gallica, d'un travail de l'IREM de Caen, qu'elle a connu en participant à une université d'été, et du site personnel de Gilles Costantini, qui propose en ligne un cours, des activités... pour le lycée et certaines classes préparatoires. Elle était guidée par l'idée de travailler le lien entre complexes et géométrie. Elle a composé son propre cours sur traitement de texte (et l'a ensuite imprimé et rangé dans le classeur correspondant). Pour les premières ES qu'elle a déjà eues, elle repart de ce qu'elle avait élaboré, en intégrant ce qu'elle a observé en classe et dans des productions d'élèves. Pour les secondes, elle élabore une progression commune et des activités avec son collègue Jean.

Figure 7. *Eléments descriptifs du travail de Marie-Françoise : types de tâches didactiques.*

On observe ici plusieurs types de tâches didactiques. Tout d'abord « *conception d'un cours nouveau* ». L'activité de Marie-Françoise commence par une recherche, avec une sélection et

un tri dans des ressources. Certaines de ces ressources ont été collectées lors d'activités de formation ; elles auraient pu aussi provenir de collègues. D'autres sont rencontrées lors d'une recherche effectuée sur le thème précis du cours, et même avec l'idée directrice d'articulation complexes-géométrie. Dans le cas où le cours a déjà été fait, il s'agit d'un autre type de tâches didactiques, que l'on peut nommer : « *révision d'un cours* ». Pour Marie-Françoise, le cours préparé les années précédentes, mais aussi les productions d'élèves en particulier constituent une ressource importante dans cette tâche. On observe également le type de tâche didactique : « *conception d'une progression* » ; pour Marie-Françoise en collaboration avec son collègue Jean pour sa classe de seconde. L'élaboration ou révision d'un cours et l'élaboration ou révision d'une progression/plan de cours sont fortement corrélées, et leurs évolutions dans le temps sont liées.

Ainsi de même que les *familles d'activité*, les *types de tâches didactiques* (dont nous n'avons donné ici que quelques exemples) ne sont pas à considérer comme des entités séparées, ils sont fortement *articulés*. Notre hypothèse est que le système documentaire est organisé suivant une structure dépendant de celles des types de tâches didactiques et des familles d'activité. Les sous-systèmes de documents associés à chaque type de tâches didactiques sont articulés : pour Marie-Françoise, le schème de conception d'un cours nouveau se développe à travers la conception du cours sur les complexes et des autres cours nouveaux qu'elle est amenée à préparer.

Des documents pivots

La question de la structure du système documentaire est cruciale, nous allons l'aborder en l'illustrant par un exemple issu de nos entretiens (figure 8).

Céline a 36 ans, elle enseigne depuis 10 ans en collège. Chez elle, elle est équipée d'un ordinateur connecté intégrant des logiciels (géométrie-tableur...), d'un scanner et d'une imprimante. Au collège, elle a accès d'une salle multimédia, avec un tableau numérique ; ses élèves de troisième sont équipés d'ordinateurs portables. Céline utilise les programmes scolaires (téléchargés sur Eduscol) pour composer une progression annuelle, écrite sur papier et une liste détaillée d'objectifs d'apprentissage, composée sur traitement de texte. Elle utilise beaucoup de brochures IREM, CRDP etc., achetées à la suite de stages de formation continue, pour préparer des activités. Elle utilise le manuel de la classe surtout pour donner des exercices à faire à la maison. Elle programme souvent des séances MEP pour ses élèves.

Elle élabore avec ses collègues des devoirs communs pour les classes de 3^e et des activités pour les Programmes Personnalisés de Réussite Educative⁵ (PPRE) (une note explicative ?). Céline garde des extraits de copies d'élèves photocopiées pour avoir des traces de procédures, ou d'erreurs. Elle enregistre aussi des traces d'élèves sur le TBI, mais ne s'en sert qu'à la journée portes ouvertes du collège, pour montrer aux parents ce qu'on peut faire avec le TBI.

Céline a un ou plusieurs classeurs par niveau de classe. Le classeur comporte la progression prévue, les objectifs détaillés ; les activités, cours, exercices, textes de contrôles élaborés par Céline ; des photocopies de brochures IREM qui ont été utilisées pour les activités ; certains documents de collègues. Sur l'ordinateur, les fichiers sont aussi organisés en dossiers par niveaux de classe. Dans un dossier, il y a une organisation par thèmes mathématiques ; ensuite des sous-dossiers comportent les listes d'objectifs, les activités, les cours, des fichiers Géonext, ou tableur...

Céline désigne les classeurs comme sa ressource la plus importante : « mes classeurs c'est extrêmement important, parce que c'est une évolution en plus du cours, où j'ai modifié d'année en année, donc il y a une réflexion dessus. »

Figure 8. *Eléments descriptifs du travail de Céline : existence de documents pivots.*

⁵ Dispositif d'accompagnement pour les élèves les plus en difficulté, mis en place à la rentrée 2006.

On peut distinguer, dans cet exemple, la présence des *trois familles d'activité*, la complexité des ressources employées, et la construction d'un *système documentaire personnel* articulé selon les activités. On remarque aussi, au cours du *temps*, la *révision* de documents. On observe un travail en *collaboration* avec les autres professeurs seulement pour le cas des devoirs communs ou des PPRE. Numérique et papier sont toujours associés, et lorsque Céline parle de ses classeurs, elle sous-entend toujours, au même moment, les fichiers associés aux traces papier.

Dans chaque entretien que nous avons réalisé, nous avons rencontré, comme dans le cas de Céline, des documents privilégiés, dont l'aspect matériel pouvait prendre la forme d'un ou plusieurs classeurs, associés à des dossiers sur l'ordinateur. Cet ensemble classeur(s)+dossier(s) numérique(s) intervient dans de nombreux types de tâches didactiques. Nous considérons qu'ils jouent pour les professeurs le rôle de *documents pivots*, en reprenant à notre compte la notion d'*instrument pivot* (Rabardel et Bourmaud, 2005) :

- ils occupent une place centrale dans le système documentaire des professeurs ;
- ils jouent un rôle charnière, ils permettent l'articulation de beaucoup d'autres documents ;
- ils jouent aussi un rôle privilégié sur l'axe temporel. En effet ils concentrent la mémoire de ressources anciennes, qui peuvent avoir subi de nombreuses transformations, être entrées dans la constitution de documents successifs. Et ils interviennent aussi lors de l'intégration de ressources nouvelles (les modalités exactes de cette intervention sont à approfondir, on peut penser que les documents pivots sont porteurs d'invariants susceptibles à la fois de conditionner et de faciliter l'intégration de ressources nouvelles).

Les documents pivots sont au cœur de la documentation du professeur, ils sont composés de ressources et de schèmes d'utilisations, qui évoluent pour un individu au cours du temps. Cette évolution peut être observable au niveau du support. Lorsque Céline élabore un problème pour ses élèves, elle photocopie un extrait de brochure IREM qu'elle range dans un de ses classeurs. Depuis qu'elle utilise MEP, des fichiers reprenant les bilans MEP de ses élèves figurent dans ses dossiers informatiques. Mais l'évolution des documents pivots n'affecte pas nécessairement les supports. Ainsi Arnaud, qui avait élaboré, il y a quelques années, des fiches d'aide pour des élèves en difficulté, utilise toujours ces mêmes fiches mais pour tous ses élèves. Ici la trace dans le support est inchangée, ce sont les usages qui ont été modifiés. L'étude des documents pivots, on le voit, nécessite la prise en compte des trois niveaux codéterminés que nous avons introduits : supports, organisations mathématiques et organisations didactiques.

Peut-on parler d'un document pivot, pour un professeur donné ? Il nous semble que la réponse à cette question dépend de l'intégration numérique des ressources du professeur en question et de l'articulation entre ressources numériques et ressources papier :

- pour Arnaud, il existe un document pivot dont le support est un classeur papier, avec des relations plus ou moins lâches vers des fichiers « en vrac » dans un ordinateur ;
- pour Céline, il existe deux documents pivots, un premier sur support papier, le deuxième sur support numérique, avec des structures proches, des relations fortes, mais des contenus non identiques (les travaux d'élèves sont sur support papier) et évolutions différées (les évolutions sont sensibles d'abord sur les ressources papier, puis les plus importantes sont enregistrées sur support numérique) ;
- pour Marie-Pierre, la forte intégration des documents numériques pousse à considérer qu'il n'y a pour elle qu'un document pivot numérique.

Dernier point que nous voulons souligner : le système documentaire du professeur s'étend au-delà des documents pivots. Ainsi les paperboards de Marie-Pierre, qui sont dans son système documentaire, ne figurent pas dans son document pivot. De même pour Céline, les

brochures IREM qu'elle utilise sont dans son système documentaire mais hors du document pivot, qui contient seulement certains extraits de ces brochures et les activités qu'elle a élaborées à partir de ces extraits.

3.2 Développement professionnel, évolution du système documentaire et mondes.

L'analyse des évolutions du système documentaire du professeur fonde l'analyse des genèses documentaires, et plus largement, celle du développement professionnel du professeur.

Considérons un exemple issu des entretiens que nous avons menés. Benoîte, qui travaille en collège, a mis en place des séances de calcul mental en classe entière, s'appuyant sur des diaporamas qu'elle projette dans une salle équipée d'un vidéo-projecteur et d'un ordinateur. Il y a deux ans, dans les mêmes conditions, elle ne pratiquait pas ces séances. C'est une collègue, Sophie, qui lui a donné cette idée (Sophie a elle-même pris ces diaporamas à l'origine sur le site de Sésamath). Désormais Benoîte et ses élèves apprécient ces moments de calcul mental. Ceci conduit Benoîte à faire plus de calcul mental qu'auparavant, avec des diaporama qu'elle a construits en s'inspirant de ceux transmis par Sophie.

Cette brève description témoigne d'une genèse documentaire. Pour le type de tâches didactiques « faire pratiquer le calcul mental en classe » Benoîte a développé un document, à partir d'un ensemble de ressources comportant en particulier:

- au niveau matériel des fichiers informatiques, un ordinateur, un vidéo-projecteur ;
- au niveau mathématique, une liste de calculs possibles à effectuer mentalement ;
- au niveau didactique, la planification d'une séance avec une vidéo-projection minutée laissant le temps aux élèves d'écrire sur papier le résultat des calculs proposés.

Le développement de ce document comporte une part d'instrumentalisation (Benoîte s'approprie les ressources, en particulier le diaporama transmis par Sophie), et une part d'instrumentation (constitution d'un schème pour le type de tâche « faire pratiquer le calcul mental en classe »). Ce développement est porteur d'un développement professionnel à long terme : Benoîte porte désormais un nouveau regard sur le calcul mental, qui affecte peut-être encore plus généralement son approche des calculs avec les élèves.

Ceci renvoie à la dialectique du *productif et du constructif* (Rabardel 2005), à l'œuvre dans tout processus de développement : une activité est finalisée, elle a un objectif de production (réalisation d'une tâche donnée), Dans cette activité, le sujet se construit aussi lui-même et modifie donc les conditions de productions ultérieures. Ce lien entre genèses documentaires et dialectique productif/constructif est approfondi dans l'atelier de Cazes et Vandebrouck (ce volume).

Les ressources utilisées et les documents développés par le professeur évoluent selon différentes échelles de temps. Le temps de l'année scolaire joue un rôle important. Cependant, un temps plus court peut intervenir : parfois des compositions de collègues sont intégrées rapidement, si un décalage entre les progressions le permet ; souvent le déroulement en classe amène à des modifications de ce qui était prévu. Les supports numériques facilitent ces modifications rapides. Et, bien entendu, un temps plus long doit être pris en compte également : les changements de programmes, ou les évolutions de carrière vont entraîner des bouleversements importants, avec la nécessité d'engager une nouvelle conception. Par ailleurs, quelle que soit l'échelle de temps considérée, la question de l'intégration d'éléments nouveaux est cruciale et complexe.

Pourquoi certaines ressources nouvelles seront intégrées par le professeur dans la construction de son système documentaire et d'autres non ? Savoir répondre à cette question signifierait être capable de comprendre la complexité de l'intégration des TICE, nous n'avons pas cette prétention, mais nous voulons souligner ici quelques éléments qui nous semblent importants. Nous nous appuyons, pour cela, sur deux exemples.

Le collège de Sonia (50 ans) dispose d'un Environnement Numérique de Travail depuis deux ans. Lorsqu'un élève a été absent, Sonia dépose son cours et des exercices au format pdf sur l'ENT (tous deux extraits de son recueil). L'élève récupère le tout, fait les exercices de son choix et les renvoie à l'enseignante qui les corrige et les renvoie à son tour.

Céline utilise MEP, et connaît le site de Sésamath. Sur ce site, elle est déjà allée regarder les ressources proposées par Mathenligne. Les fiches Mathenligne sont des fiches d'exercices au format pdf. Céline déclare qu'elle n'utilise jamais Mathenligne « parce que je n'ai jamais trouvé quelque chose qui me satisfasse du début à la fin ».

Figure 9. Sonia et Céline : intégration dans le système documentaire, non intégration ?

Dans le cas de Sonia, on observe l'intégration de l'ENT du collège dans son système de documents. Cette intégration a été possible parce qu'il y a *compatibilité* entre les documents de Sonia constitués avant l'ENT et les documents que cet ENT permettaient de construire :

- compatibilité au niveau du support : les cours, exercices de Sonia sont composés sur traitement de textes ; elle utilise un tableur, Cabri et d'autres logiciels ;
- compatibilité aussi au niveau des schèmes : Sonia a pu développer un schème d'accompagnement à distance d'un élève absent, parce que ses conceptions incluait la possibilité d'un travail à distance avec les élèves.

Dans le cas de Céline, on observe au moins deux raisons au rejet de Mathenligne. Premièrement, le contenu ne la satisfait pas totalement. Deuxièmement, les adaptations des fiches sont limitées par le format pdf et par leur contenu même (les listes d'exercices Mathenligne ont souvent une cohérence qui bloque les découpages). Or Céline travaille dans une démarche de composition personnelle, à partir de ressources qu'elle veut pouvoir adapter.

La notion de *monde* (Béguin 2005) fournit une piste pour la compréhension de ces phénomènes. Un monde est un découpage de la réalité, une structure propre à un métier. C'est une conceptualisation de la notion de *point de vue*, une saisie, par le sujet, de certaines propriétés du réel, dans le cadre de son activité historiquement et socialement située. Les *mondes* des enseignants que nous avons rencontrés (ou plutôt la partie de leur monde qu'ils nous ont donné à voir) sont tous très différents, produits d'une expérience professionnelle, personnelle, sociale. Leurs systèmes documentaires sont des révélateurs de ce monde. Derrière ces systèmes, il y a toute la profondeur de la genèse documentaire, inscrite dans la mémoire didactique du professeur, comme en témoigne l'échange avec Sonia : « *Quand tu récupères une ressource et que tu la modifies, est-ce que tu gardes la trace des modifications par rapport à l'année précédente, ou... avec des marqueurs ou des annotations...* Non, non, je n'écris pas, je fais confiance à ma mémoire, je me souviens de la façon dont je l'ai utilisée... ». Cette profondeur explique l'attachement de chaque enseignant à son propre système documentaire, ainsi que le révèle cet échange avec Ingrid : « *Qu'est-ce qui serait pour toi une ressource de rêve, qui serait en quelque sorte idéale pour ton travail d'enseignante ?* Une base d'exercices, d'activités. Je suis toujours à la recherche d'exercices un peu plus originaux et ce n'est pas toujours facile. Les activités doivent pouvoir être modulables, selon les élèves que l'on a en face de soi [...]. Pour un cours, par contre, je ne pense pas qu'il y ait de ressource idéale : chaque prof a sa propre *sensibilité* qu'il essaie de faire passer ». Cette *sensibilité*, constitutive de son monde, est à mettre en relation avec ce que Pastré (2005, p. 242) appelle le soi : « Pour se connaître, le soi doit se reconstituer à partir de ses œuvres, de toutes les traces de lui-même qu'il a laissées dans son vécu. C'est ainsi que certains événements, surtout quand ils revêtent une certaine importance, ne délivrent leur sens que bien longtemps après qu'ils soient survenus, à la suite d'une longue *perlaboration* de leur auteur dans un long travail de patience et de réflexion ». La possibilité d'intégration dans le *système documentaire* du professeur et la compatibilité avec le *monde personnel* sont synonymes.

Cette notion de monde invite également à se tourner vers le collectif ; il existe des *mondes communs*, qu'en est-il alors des documentations communes pour les professeurs ? C'est la question que nous allons aborder maintenant.

4. GENESES DOCUMENTAIRES COMMUNAUTAIRES

La dimension collective des genèses documentaires est fortement liée à l'une des définitions que Pédaque (2006) donne du document : *document = contrat entre les hommes*. Cette définition a une pertinence plus grande encore avec la numérisation : « C'est dans la communauté d'intérêts qu'il faut chercher le document et pas ailleurs. Voilà donc ce que change la numérisation : elle fabrique des communautés virtuelles, flottantes, illimitées, insaisissables, mieux qu'aucun livre. Le document numérique est bel et bien un objet, mais la communauté qui le consacre comme document est de plus en plus instable, éclatée, imprévisible, emportée dans les remous tumultueux des intérêts humains » (p. 12).

4.1 Une émergence d'aspects collectifs de la documentation

Il y a, traditionnellement, en collège et lycée, un travail documentaire commun, certes réduit⁶, des professeurs de mathématiques, lié à la préparation d'épreuves clés (le brevet des collèges ou le baccalauréat) ou à des évaluations d'établissement ou nationales. Cet aspect particulier est observable dans tous nos questionnaires et entretiens. Un élément nouveau, qui ressort aussi de notre matériau, semble être l'émergence d'aspects collectifs plus généraux du travail documentaire. Ceux qui pratiquent cette mutualisation documentaire signalent son *intérêt*, son caractère *coûteux en temps* et la *complexité* de sa mise en œuvre, dès que l'on dépasse le stade de l'échange entre deux ou trois professeurs.

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à l'émergence de ces processus d'échanges :

- de nouveaux dispositifs institutionnels (Travaux Personnels Encadrés, PPRE) supposent un travail documentaire commun de professeurs de mathématiques et d'autres disciplines ;
- de nouveaux lieux permettent les échanges de ressources pour les professeurs ; Anaïs, Ingrid et Marie-Françoise évoquent ainsi les laboratoires de mathématiques de leurs lycées, équipés d'un ordinateur sur lequel des ressources sont stockées et consultées, parfois mutualisées, par les professeurs de mathématiques ;
- des espaces virtuels se développent aussi, soit à l'initiative des professeurs eux-mêmes (un professeur évoque dans ses réponses à notre questionnaire l'importance des *listes de diffusion*), soit à l'initiative d'une institution ;
- de nouveaux environnements de travail dans la classe permettent de nouveaux processus de conception de ressources (professeur-élèves, comme on l'a vu avec le TBI, ou professeur-professeurs) ;
- l'équipement même des professeurs évolue. Ceux-ci sont très largement pourvus d'ordinateurs connectés, parfois de portables ; ils utilisent couramment la messagerie pour leurs échanges personnels ou professionnels. Dans cet équipement, la clef USB semble prendre une importance spécifique, au moins pour les enseignants que nous avons interrogés. Ingrid situe ainsi la clé USB : « Et dans le fixe et le portable, tu as la même chose ? Oui, il y a une base commune, et maintenant j'ai trouvé la clé USB qui ballade de l'un à l'autre... » ;
- ces équipements nomades, dont disposent de plus en plus souvent les élèves et les professeurs, peuvent être le support de nouvelles relations. Sonia utilise ainsi les clés USB de ses élèves : « je les aide en général à récupérer les choses [les ressources conçues en classe, les adresses Internet intéressantes], ils ont des clés, ou des lecteurs MP3 qu'ils utilisent pour récupérer les choses qu'ils

⁶ Ce travail documentaire commun est réduit en France. L'atelier de Miyakawa et Winslow (ce volume) montre que la situation est, de ce point de vue, très différente au Japon.

veulent garder... » ;

- enfin, plus généralement, les notions de *mutualisation, de coopération et de collaboration* sont socialement associées à des valeurs positives.

C'est ainsi un ensemble de processus en interrelation, processus dans lesquels l'aspect numérique de l'information et de la communication apparaît important, qui peuvent expliquer une évolution plus collective des modes de documentation.

4.2 Communautés de pratique, viviers et systèmes documentaires communautaires

Les évolutions que l'on constate vers un travail de documentation plus collectif sont plus ou moins marquées selon les professeurs et leur *monde* propre. Dans ces différences, une variable semble jouer un rôle important : l'appartenance à un groupe donné d'enseignants : APMEP, utilisateurs de MEP... Partager un but commun, être dans un même réseau, n'est cependant pas une condition suffisante pour engager une documentation commune.

Les communautés de pratique, un concept utile pour analyser la documentation commune

Pour préciser la structure des groupes d'acteurs, leur dynamique, nous allons utiliser un concept, celui de *communauté de pratique* (Wenger 1998) qui, dans ce contexte de genèse documentaire, nous semble très utile. Les communautés de pratique sont des regroupements *naturels*, souvent professionnels, ils peuvent être relativement *informels*, mais correspondent à un *engagement partagé* de tous leurs membres, qui *collaborent* à un projet commun. Cet engagement partagé, cette *participation* active à une entreprise collective s'accompagne de la production d'objets qui *réifient* des éléments de pratique et du développement d'un *répertoire* partagé qui intègre les résultats de ce processus de réification. Il y a donc toujours dans ces communautés, sous des formes variées, une pratique de documentation. C'est cet aspect que nous considérons dans les communautés de pratique regroupant des enseignants, le travail autour des ressources permettant le jeu dual, essentiel pour Wenger, entre les processus de *participation* et de *réification*. La théorie des communautés de pratique est présentée plus en détail dans l'atelier de Georget (ce volume).

Les groupes de professeurs que nous avons évoqués sont-ils des communautés de pratique ?

- c'est le cas du regroupement suscité par Benoîte (nos entretiens), qui a mis en place, avec des enseignants de son collègue, des séances de travail en commun le mercredi après-midi, pour élaborer des fiches d'ATP (Aide au Travail Personnel des élèves) ;

- si l'on considère l'ensemble des enseignants de mathématiques d'un établissement scolaire, en général, ce n'est pas une communauté de pratique ;

- les communautés du SFoDEM sont, pour une part, artificielles. Ces communautés ne sont donc pas, au moment de leur constitution, des communautés de pratique, elles le deviendront dans le cours de processus complexes ;

- dans le cadre de MEP, il existe des groupes stables et limités qui correspondent aux critères des communautés de pratique (les auteurs, les membres de Sésamath). Mais il y a aussi des groupes d'utilisateurs sans engagement partagé.

Cette question des communautés est complexe, avec une dimension de *temps* à prendre nécessairement en compte (une communauté émerge, se constitue, peut aussi se déliter).

Communautés de pratique, viviers de ressources, recueil communautaire ?

L'introduction dans notre étude de ce concept de communautés de pratique permet d'enrichir, nous semble-t-il, l'approche instrumentale. Dans les communautés de pratique que nous

avons étudiées, le travail de documentation débouche sur la production d'objets (vocabulaire, méthodes, activités) qui le réifient, et le développement d'un répertoire partagé est à la fois le résultat de ce processus de réification et le ressort d'une participation plus active au processus commun de documentation. Une nouvelle extension de l'approche instrumentale consiste à considérer le jeu entre cette communauté émergente (sujet collectif) et cet ensemble de ressources partagées (artefact collectif) sous la forme de la *genèse d'un système documentaire communautaire* :

- une communauté de professeurs développe un répertoire commun de ressources enrichies d'usages variés. A la place de répertoire, nous utilisons le terme de *vivier*⁷ de ressources pour signifier le caractère évolutif de ses éléments fruit des processus *d'instrumentalisation* ;

- le *vivier de ressources* engendre un *système documentaire communautaire*, qui affecte la pratique, et donc la communauté, dans un processus *d'instrumentation* ;

- le processus de réification, processus dual de la participation à la communauté, concourt à la fois à l'alimentation du *vivier de ressources* et à celle du *système documentaire*.

Nous faisons l'hypothèse que la possibilité d'une telle genèse est soumise à des conditions : l'existence d'un projet collectif de conception/utilisation de ressources et, bien sûr, le temps nécessaire au développement de ces genèses. Pour introduire les concepts fondamentaux attachés aux systèmes documentaires communautaires, nous allons nous appuyer sur un cas où ces conditions étaient réunies : le SFoDEM.

Le SFoDEM s'est développé de 2000 à 2006 dans l'académie de Montpellier (Guin *et al.* 2008). Dispositif de formation continue, il reposait sur la constitution de plusieurs groupes de formation, coordonnés par une cellule de formation, rassemblant l'ensemble des formateurs et des pilotes (trois enseignants-chercheurs en didactique des mathématiques ou informatique). La formation n'était pas, a priori, une formation didactique : il s'agissait d'accompagner l'intégration des TICE pour l'enseignement des mathématiques, à partir d'un processus de conception collaborative de ressources. Les groupes de formation ont varié, quatre d'entre eux se sont maintenus pendant la plus grande partie de cette expérience : « numérique, algébrique et TICE » ; « vidéoprojection de figures animées » ; « résolution collaborative de problèmes ouverts » ; « intégration de MEP ». Le travail a été organisé de façon continue, partiellement en présence (3 jours de réunion pour chaque thème), essentiellement à distance via la plate-forme de formation. Ce travail est passé par plusieurs phases : *transmission*, des formateurs vers les stagiaires, dans chaque groupe, de ressources initiales issues de leur travail antérieur d'animateur de l'IREM ; *mutualisation* dans chaque groupe d'un ensemble de ressources, chaque participant mettant une ressource personnelle dans un pot commun. Toutes ces ressources sont expérimentées par les stagiaires. Ensuite de petits groupes de production se sont créés autour d'un projet commun de *co-élaboration* de ressource. Des phases de conception et de mise en œuvre sont systématiquement associées.

Sur la plate-forme à distance, s'élabore peu à peu un espace de travail de chaque communauté, avec les ressources conçues par la communauté (incluant, via des comptes-rendus d'expérimentation, des traces de leurs usages), mais aussi d'autres éléments constitutifs d'une pratique documentaire commune (journal de bord ou mémoire de travail du groupe, outils partagés, répertoire de sites web, forum sur des questions variées...).

Figure 10. Le SFoDEM, co-émergence de communautés de pratique et d'une documentation commune.

Les groupes du SFoDEM ont progressivement constitué dans le cours de processus entretenus de l'intérieur par les formateurs et les enseignants les plus motivés, et appuyés par des assistants extérieurs (les pilotes), des collectifs de travail très soudés, présentant toutes les caractéristiques de communautés de pratique. Les processus d'appropriation de *ressources transmises* sont restés modestes ; comme le dit Clot (2007) pour un genre d'activités, « pour le faire sien, il faut y mettre du sien ». Une réelle co-élaboration de ressources a été observée quand de petits groupes d'enseignants ont engagé un travail sur des « germes de ressources » (une animation en géométrie dynamique, une idée de problème permettant d'introduire une

⁷ Dénomination introduite dans le cadre du projet européen ARIADNE (Forte 1997).

nouvelle notion, etc.).

Un vivier de ressources pour chaque communauté s'est ainsi constitué, visible au niveau des espaces de travail de chaque groupe sur la plate-forme. Le travail à distance et les exigences de la communication ont entraîné une explicitation et une publication sur cet espace de faits et gestes accompagnant la conception et la mise en œuvre de chaque ressource. On a pu observer ainsi le développement *d'usages communautaires* et inférer le développement d'invariants communs. C'est ainsi que l'on peut parler de développement de documents communs dans chaque groupe.

Nous parlerons aussi de système documentaire *pour chaque communauté*, mais une étude plus approfondie serait nécessaire pour étudier ce système, sa structure en relation avec les familles d'activité de la communauté et celles de chacun de ses membres, les relations entre ce système et les systèmes documentaires de chacun des membres de la communauté.

Nous souhaitons approfondir ici un autre point, relatif à la structure commune des différentes ressources qui a émergé dans le SFoDEM.

4.3 Structure de ressources et modèle documentaire

Dans le cas du SFoDEM, la structure commune des ressources a évolué de façon itérative, par des allers-retours entre les ressources existantes dans chaque groupe et les ressources rencontrées par ailleurs, entre les besoins de chaque communauté et les besoins de l'ensemble du SFoDEM, entre les structures émergentes et les standards apparaissant au niveau international. Cette évolution a été le produit de l'activité constructive des communautés engagées dans le SFoDEM et de l'apport théorique des pilotes dans la cellule de formation.

L'émergence d'une structure commune de ressources

La figure 11 montre les grandes étapes de l'évolution de la structure des ressources. Au départ (2000) coexistaient différents modèles, suivant les groupes (par exemple une courte description de la ressource, une fiche pour l'élève et une fiche pour le professeur donnant quelques éléments de réflexion sur le problème posé). Peu à peu les modèles initiaux se sont enrichis, et la confrontation des différents modèles a permis l'émergence d'un modèle commun.

Dans chaque communauté, est apparue assez vite une réflexion sur les scénarios d'usage, (donnant des propositions de mise en œuvre de la ressource) et les *comptes-rendus d'expérimentation* (permettant de mutualiser les résultats de la mise à l'épreuve de la ressource). Certaines modifications de structure ont été suggérées par les pilotes (comme l'ajout d'une fiche d'identification, avec des métadonnées extraites du LOM-FR (<http://LOM-FR>)), d'autres sont apparues dans l'une des communautés (par exemple les *traces de travaux d'élèves*, apparues dans le groupe résolution de problèmes qui voulait intégrer dans chaque ressource certaines *narrations de recherche* des élèves), elles sont ensuite discutées dans l'ensemble du SFoDEM. Le dernier ajout à la structure de ressource est le CV (curriculum vitae de la ressource). il permet d'inscrire dans la ressource son histoire propre, ses auteurs successifs et les raisons de son évolution. La ressource est bien vivante, élément d'un vivier commun, et chaque nouvel utilisateur, en se l'appropriant, se constitue en nouveau maillon d'une chaîne d'utilisateurs/auteurs⁸.

⁸ Dans le cadre de ce cours, nous voulons mettre simplement en évidence quelques conditions et la dynamique de ce processus. On trouvera des exemples de ressources et d'histoires de ressources du vivier SFoDEM sur un cédérom qui a pour objectif de présenter et d'analyser cette expérience pour d'autres communautés (Guin *et al.* 2008).

Des fichiers satellites sont des éléments communs à plusieurs ressources : il peut s'agir d'éléments de mode d'emploi d'un logiciel, ou d'éléments théoriques produits de la réflexion d'une communauté⁹. Le vivier de ressources se nourrit peu à peu de cette activité.

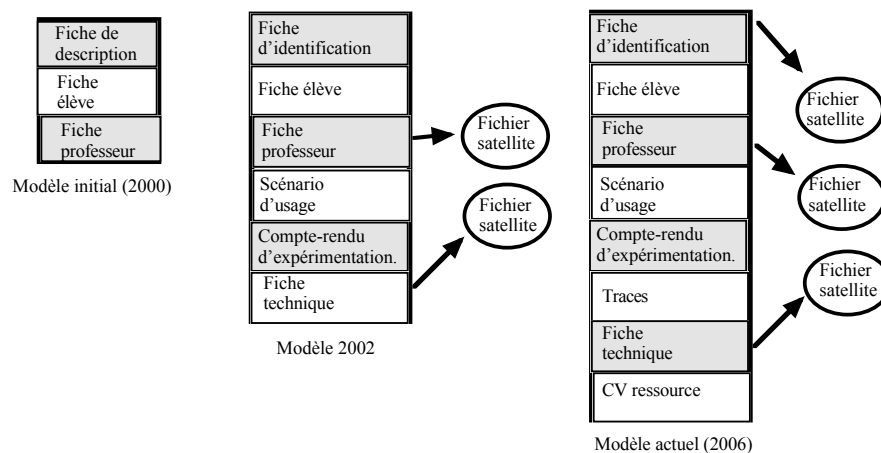


Figure 11. L'évolution de la structure des ressources SFoDEM

Structure des ressources, modèle documentaire, modèle générateur

Il apparaît clairement que cette structure de ressources, à la fois produit d'usages communs, et ressort pour la documentation commune, se constitue en document pour la communauté, ou plutôt méta-document, permettant de documenter les documents communs. Nous appelons ce document, en cohérence avec les choix fait dans le SFoDEM (Guin et Trouche 2007), *modèle de document*. Le modèle a évolué tout au long de l'histoire du SFoDEM, il est probable qu'il aurait évolué ensuite si le SFoDEM s'était poursuivi.

Ce que l'on observe, dans cette histoire du modèle, c'est que l'évolution des pratiques de documentation, dans la communauté, *conduit* l'évolution du modèle et l'évolution du modèle *conduit* l'évolution des pratiques. Du fait des relations fortes entre ce modèle de ressources et la documentation de la communauté, nous l'appelons *modèle documentaire communautaire*.

Un modèle documentaire communautaire est un *document générateur* :

- il facilite la conception de nouveaux documents au sein du système documentaire communautaire ;

- il est générateur d'un questionnement didactique. Ainsi la réflexion sur une structure permettant d'intégrer les nouveaux usages a rendu nécessaire de penser une diversité de scénarios et de justifier cette diversité en mettant en évidence des variables didactiques. De même, la réflexion sur la collecte de traces de travaux d'élèves a rendu nécessaire une réflexion sur des traces significatives de l'activité réelle des élèves, des apprentissages réalisés et des difficultés rencontrées. Marie-Françoise a été formatrice dans le SFoDEM, elle fait partie des professeurs que nous avons interrogés : « *le SFoDEM, si tu avais à en tirer les leçons pour toi, qu'est-ce que tu en dirais ?* Ah ben c'est sûr que ça nous a fait faire de sacrés bonds, je pense qu'on n'en serait pas du tout où on en est si on n'avait pas toute cette expérience... Parce que, là, on est en train de faire des modifications justement sur les fiches élèves [avec Jean], en particulier, parce qu'il y avait eu tout ce travail sur le SFoDEM, les modèles, etc. Maintenant, on a mis des points de cours à l'intérieur, on a mis des points, ce que les élèves doivent savoir faire, il y a des choses qui apparaissent, qui n'apparaissaient pas encore dans le SFoDEM, mais qui peuvent apparaître parce qu'il y a eu tout le travail du SFoDEM... » ;

⁹ On retrouve ces propositions d'approfondissement didactique dans le projet SESAMES Algèbre (Coppé, ce volume).

- dans la réponse de Marie-Françoise apparaît une autre fonction génératrice du modèle, outil pour l'émergence de nouveaux modèles au sein de nouvelles communautés de pratique ;
- l'histoire de la structure des ressources d'une communauté donnée constitue un élément important de ce que l'on pourrait appeler des CV des communautés, de leur identité, et pourraient constituer des instruments pour les échanges entre les communautés.

Ces questions de *structure* de ressources/*modèles* de documents sous semblent aussi essentielles pour tout projet de transmission ou de mutualisation de ressources¹⁰.

Documentation communautaire, documentation individuelle

Il serait sans doute très important d'étudier les relations entre la documentation d'une communauté et la documentation de ses membres, entre un système documentaire communautaire et des systèmes documentaires individuels. Dans le cas de Marie-Françoise, nous avons pu observer dans son système documentaire une partie relative à son travail dans le SFoDEM, très structurée. La partie de son système documentaire qui lui est propre est beaucoup moins structurée, on peut faire à ce sujet trois observations :

- des relations avec la structure des ressources SFoDEM existent ponctuellement ;
- la nécessité d'explicitier des usages est nettement moindre pour un documentation personnelle, la mémoire didactique joue un rôle essentiel ;
- les usages des ressources que raconte Marie-Françoise ressemblent beaucoup aux usages du groupe SFoDEM dans lequel elle était une formatrice active.

Nous n'avons fait qu'esquisser cette étude, elle reste à réaliser, en particulier du point de vue de l'articulation entre les schèmes documentaires communautaires et individuels.

CONCLUSION

Au terme de ce cours, nous voulons d'abord faire un rapide bilan de ce que nous avons souhaité montrer.

Nous avons proposé une extension de l'approche instrumentale à l'ensemble de la documentation des professeurs de mathématiques, nous amenant à développer ce que l'on pourrait donc nommer une *approche documentaire*. Cette approche nécessite d'introduire une distinction entre les *ressources* disponibles et les *documents* construits par les professeurs dans un processus de *genèse documentaire*. Nous avons résumé ceci sous la forme d'une première équation : $document = ressources + schème\ d'utilisation$. Mais cette construction se déploie dans le temps, le document devient une nouvelle ressource, d'autres schèmes sont élaborés : ceci nous a conduits à considérer les genèses comme un processus en hélice, qui s'enroule autour d'un axe temporel. L'essentiel des schèmes d'utilisation est invisible. Les régularités visibles de l'activité du professeur sont les *usages* d'un ensemble de ressources, qui vont nous permettre d'inférer certains éléments invisibles. D'où une nouvelle équation, qui précise la précédente : $document = ressources + usages + invariants\ opératoires$.

Un document n'existe pas isolément ; il est intégré dans le *système documentaire* du professeur. Ce *système documentaire* a une structure qui lui est conférée par le *système d'activité professionnelle* correspondant. L'analyse des *familles d'activité* et *type de tâches didactiques* du professeur montre en particulier un point crucial de la structure du *système documentaire* du professeur : l'existence de *documents pivots*. Ces *documents pivots* occupent une place centrale dans le système documentaire du professeur, ils jouent un rôle charnière

¹⁰ Il est intéressant de ce point de vue de considérer la structure des ressources proposée par le projet MAGI (Restrepo, ce volume).

pour les autres documents, rôle qui est à considérer avec toute l'épaisseur temporelle associée (mémoire, intégration de nouvelles ressources). L'évolution des *systèmes documentaires* se réalise par un processus de *genèse documentaire* qui est au cœur du *développement professionnel* du professeur, et est en étroite relation avec son *monde personnel*. Mais il existe également des *mondes communs*, et les genèses documentaires ne sont pas uniquement individuelles. Des *genèses communautaires* se développent au sein de *communautés de pratiques*, engendrant des *systèmes documentaires communautaires*. Nous avons montré, dans le cas du SFoDEM, comment, pour ces systèmes communautaires, un *modèle* peut jouer le rôle de *document générateur* pour la communauté mais aussi pour chaque individu membre de la communauté.

Il est nécessaire, bien entendu, de poursuivre les travaux qui ont été présentés ici, d'approfondir et de mettre à l'épreuve les concepts de cette approche documentaire. Il ne s'agit pas d'un simple prolongement de travaux engagés. Ce que nous proposons est un renversement de point de vue : au lieu de voir le fondement du métier comme face aux élèves, et la documentation pour préparer cela, on considère au contraire que le cœur du métier, c'est le développement professionnel, et donc en particulier le processus documentaire. En se plaçant dans une position extrême, on peut considérer qu'il serait intéressant de revisiter des travaux de didactique des mathématiques sur l'activité des professeurs en interrogeant la documentation et d'observer ce que cela amène en termes d'évolutions théoriques.

Sans adopter cette position extrême, nous voulons insister sur la nécessité pour la recherche en didactique des mathématiques de davantage prendre en compte la documentation du professeur. Reconnaître cette nécessité conduit à accepter un travail délicat ; étudier les questions de documentation et de développement professionnel associé pose en effet des problèmes méthodologiques sensibles. Il s'agit d'observer des phénomènes qui s'inscrivent dans la durée, mais qui de plus se déploient dans une multitude de lieux, en dehors de la classe et au domicile des professeurs en particulier.

En dépit de ces difficultés, il nous semble que les évolutions actuelles des ressources, disponibles pour et conçues par les professeurs de mathématiques, constituent une véritable métamorphose qui rend essentiel ce changement de point de vue. La communauté des chercheurs en didactique des mathématiques devrait se saisir de ces questions. Ceci suppose de développer des collaborations avec d'autres spécialités : didactiques d'autres disciplines, sciences de l'éducation, EIAH, ingénierie documentaire... Ceci conduit aussi à interroger la documentation de nos propres communautés.

REFERENCES

- Assude, T. (2007). Teachers' practices and degree of ICT integration, à paraître dans les *actes du colloque CERME 5*, Larnaca, Chypre.
- Artigue, M., Bardini, C., Behaj, D., Cazes, C., Eckert, M., Gelis, J.-M., Haspekian, M., Lucas, D., Missenard, D., Souhard, L. (2006). *Analyse de ressources en ligne pour l'accompagnement scolaire en mathématiques*. En ligne : <http://iremp7.math.jussieu.fr/projetregion.html> (consulté le 15 janvier 2008).
- Assude, T., Mercier, A. (2007). L'action conjointe professeur-élèves dans un système didactique orienté vers les mathématiques, in G. Sensevy, A. Mercier (dir.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 153-185). Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Bachimont, B. (2004). *Arts et sciences du numérique : ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle*, Habilitation à diriger des recherches, Université Technologique de Compiègne.
- Balacheff, N. (1994). Didactique et intelligence artificielle, *Recherches en didactique des mathématiques* **14** (1/2), 9-42.
- Baron, M., Guin, D., Trouche, L. (dir.) (2007). *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés*. Paris : Hermès.
- Béguin, P. (2005). Concevoir pour les genèses instrumentées, in P. Rabardel, P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (pp. 31-52). Toulouse : Octarès.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

- Bueno-Ravel, L., Gueudet, G. (2007). Online resources in mathematics: teachers' genesis of use, à paraître dans les *actes du colloque CERME 5*, Larnaca, Chypre.
- Butlen, D., Masselot, P., Robert, A., Vandebrouck, F. (2002). Deux exemples de routines : la gestion du tableau en seconde, la gestion par un professeur des écoles en première nomination d'une séance en CP. in J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (dir.) *Actes de la XIème Ecole d'été de didactique des mathématiques, Corps* (pp. 221-230). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Cazes, C., Gueudet, G., Hersant, M., Vandebrouck, F. (2007). Using e-Exercise Bases in mathematics: case studies at university, *International Journal of Computers for Mathematical Learning* **11**(3), 327-350.
- Cecconi, S. (2007). Site personnel du dessinateur Serge Cecconi (IREM de Grenoble) dont certains dessins ont illustré la présentation du cours. <http://perso.orange.fr/serge.cecconi/cariboost2/index.html> (consulté le 17 janvier 2008).
- Clot, Y. (2007). De l'analyse des pratiques au développement des métiers. *Education et didactique* **1**(1), 83-93.
- Chevallard, Y. (1992). Intégration et viabilité des objets informatiques, le problème de l'ingénierie didactique, in B. Cornu (dir.), *L'ordinateur pour enseigner les mathématiques* (pp. 183-203). Paris : PUF.
- Chevallard, Y. (1998). Familiale et problématique, la figure du professeur. *Recherches en Didactique des Mathématiques* **17** (3) 7-16.
- Chevallard, Y. (2002). Ecologie et régulation, in J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (dir.) *Actes de la XIème Ecole d'été de didactique des mathématiques, Corps* (pp.41-56). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (2005). Steps towards a new epistemology in mathematics education, *Actes du colloque CERME 4*, San Feliu de Guixols, Espagne.
- Contamines, J., George, S., Hotte, R. (2003). Approche instrumentale des banques de ressources éducatives, *Sciences et Techniques Educatives, Hors série, XML et éducation*, 157-178.
- Crozat, S. (2007). Bonnes pratiques pour l'exploitation multi-usages de contenus pédagogiques : la raison du calcul est toujours la meilleure, in M. Baron, D. Guin, L. Trouche (dir.), *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés* (pp. 255-286). Paris : Hermès.
- Educnet, site du Ministère de l'Éducation National français pour les technologies de l'information et de la communication, <http://www.educnet.education.fr/> (consulté le 15 janvier 2008).
- Folcher, V. (2005). De la conception pour l'usage au développement de ressources pour l'activité, in P. Rabardel, P. Pastré (dir.) *Modèles du sujet pour la conception* (pp. 189-210). Toulouse : Octarès.
- Forte E., Wentland M., Duval E. (1997). The ARIADNE Project: knowledge pools for computer based and telematics supported classical, open and distance education, *European Journal of Engineering Education* **22**, (1), pp. 61-74.
- Guin, D., Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Guin, D., Trouche, L. (2007). Une approche multidimensionnelle pour la conception collaborative de ressources pédagogiques, in M. Baron, D. Guin, L. Trouche (dir.), *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés* (pp. 197-228). Paris : Hermès.
- Guin, D., Joab, M., Trouche L. (2008). *Conception collaborative de ressources pour l'enseignement des mathématiques, l'expérience du SFoDEM (2000-2006)*, cédérom. Lyon : INRP et Montpellier : IREM, Université Montpellier 2.
- Haspekian, M. (2007). Intégration d'outils informatiques dans l'enseignement des mathématiques. Etude du cas des tableurs, in G. Gueudet, Y. Matheron (dir.) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2006*, (pp. 245-269). IREM Paris 7.
- Lagrange, J.-B., Bessières, D., Blanchard, M., Loisy, C., Vandebrouck, F. (dir.) (2007). *Genèses d'usages professionnels des technologies chez les enseignants*, rapport intermédiaire de l'ACI GUPTEN, <http://gupten.free.fr> (consulté le 15 janvier 2008).
- LOM-FR, présentation du schéma LOM sur le site Educnet, <http://www.educnet.education.fr/dossier/metadata/lom2.htm> (consulté le 15 janvier 2008).
- Margolinas, C. (2002). Situations, milieux, connaissances. L'activité du professeur, in J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (dir.) *Actes de la Xème Ecole d'été de didactique des mathématiques, Corps*, (pp.141-155). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Margolinas, C., Canivenc B., de Redon, M.-C., Rivière, O., Wozniak, F. (2007). Que nous apprend le travail mathématiques hors classe des professeurs pour la formation des maîtres ? *31^{ème} colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres*, pp. 1-19.
- Mathenpoche, site de la base d'exercices, <http://mathenpoche.sesamath.net/> (consulté le 15 janvier 2008).
- Pastré, P. (2005). Genèse et identité, in P. Rabardel, P. Pastré, *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (pp. 231-269). Toulouse : Octarès.
- Pédaque, R. T. (coll.) (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen : C & F éditions.
- Pédaque, R. T. (coll.) (2007). *La redocumentarisation du monde*. Toulouse : Cepaduès éditions.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rabardel, P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques, in M. Bailleul (ed.), *Xème école d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-213). Caen : IUFM.
- Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir, in P. Rabardel, P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (pp. 11-29). Toulouse : Octarès.

- Rabardel, P., Bourmaud, G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments, in P. Rabardel, P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (pp. 211-229). Toulouse : Octarès.
- Remillard, J.T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula, *Review of Educational Research* **75** (2), 211-246.
- Robert, A., Rogalski J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies* **2** (4), 505-528.
- Ruthven, K., Henessy, S., Deaney, R. (2005). Incorporating Internet resources into classroom practice: pedagogical perspectives and strategies of secondary-school subject teachers, *Computers & Education* **44**, 1-34.
- Ruthven, K. (2007). Teachers, technologies and the structures of schooling, à paraître dans les *actes du colloque CERME 5*, Larnaca, Chypre.
- Salin, M.-H. (1999). Pratiques ostensives des enseignants, in G.Lemoyne et F.Conne (dir.) *Le cognitif en didactique des mathématiques* (pp.327-352). Les presses de l'Université de Montréal.
- Sésamath, site de l'association Sésamath, <http://www.sesamath.net/> (consulté le 15 janvier 2008)
- Souchier, E., Jeanneret, Y., Le Marec, J. (dir.). (2003). *Lire, écrire, récrire. Objets, signes et pratiques des médias informatisés*. Paris : Bibliothèque publique d'information.
- Vasquez Bronfman S. (2000). Le practicum réflexif : un cadre pour l'apprentissage de savoir-faire. Le cas du campus virtuel des nouvelles technologies éducatives. *Sciences et techniques éducatives* **7**(1), 227-243.
- Vergnaud, G. (1996). Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation, in R. Noirfalise, M.-J. Perrin (dir.), *École d'été de didactique des mathématiques* (pp. 174-185). Clermont-Ferrand : IREM, Université Clermont-Ferrand 2.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. New-York: Cambridge University Press.

ANNEXE A : GUIDE UTILISÉ LORS DES ENTRETIENS

Les professeurs sont interrogés chez eux, là où sont tous leurs documents, dans leur bureau, près de leur ordinateur connecté - méthodologie inspirée de (Margolinas et al. 2007) ; l'entretien est enregistré, et des photos sont prises au cours de l'entretien.

Premier temps : inventaire en termes de production et tri.

On demande aux professeurs ce qu'ils ont utilisé comme document pour préparer la classe et/ou faire la classe depuis le début de l'année, sous la forme :

Pour faire la classe, depuis le début de l'année, vous vous êtes appuyé sur des documents (livre, document personnel, site...), pouvez-vous nous dire lesquels ?

- - le plus important, cela a été
- - ensuite il y a ...

Deuxième temps, visite guidée

On demande aux professeurs de faire la visite de trois documents (livre, site, fiche) les plus importants pour eux cette année

- d'abord, on laisse le professeur proposer ces documents ;
- ensuite, s'il n'a pas proposé de documents qu'il a lui-même élaboré, on lui en demande.

Pour chacun des documents présentés, on demande alors :

- si c'est un document non personnel (livre, site), on demande comment il a été trouvé, choisi et comment il est utilisé (annoté pour un livre, recomposé, photocopié, etc.
- si c'est un document conçu personnellement, on demande :
 - quelles sources ont été utilisées
 - comment il a été élaboré : seul ou à plusieurs, avec qui
 - où il est rangé
 - comment il a été utilisé: par qui, combien de fois, est-ce qu'il a été changé a posteriori, utilisé seul ou en association avec d'autres documents
 - son avenir prévu, diffusion en particulier

Troisième temps

On pose deux questions sur le passé :

- il y a 10 ans, vos réponses auraient été différentes ? En quoi ?
- est-ce qu'il y a des ressources pour le professeur qui vous ont particulièrement marqué ? Pouvez-vous en citer deux ?

On pose deux questions sur le futur :

- La ressource de vos rêves pour le professeur, ce serait quoi ?
- qu'est-ce que vous pensez que seraient vos réponses dans 10 ans ? Quel genre de sources vous utiliserez, comment est-ce que vous aurez accédé à ces sources, quels genres de documents vous élaborerez, est-ce que ces documents seront diffusés, et comment ? Est-ce que le travail correspondant (recherche de sources, élaboration de documents) sera fait seul, ou à plusieurs ?

ANNEXE B : RECAPITULATIF DES PROFESSEURS INTERROGES

Professeur	Age	Etablisst	Communautés Position institutionnelle Degré d'intégration des TICE.
Arnaud	47	Lycée	Formateur en formation continue. Degré faible.
Anaïs	57	Lycée	Stagiaire SFoDEM, responsable APMEP. Jury CAPES Interne. Degré moyen.
Benoîte	52	Collège	Inscrite MEP. Degré moyen
Céline	36	Collège	Animatrice IREM, inscrite MEP. Ex-conseillère TICE. Degré fort
Frédéric	50	Collège	Animateur IREM. Degré faible.
Ingrid	27	Lycée	Animatrice IREM, testeuse 3DGeom. Degré fort
Marie-Pierre	40	Collège	Animatrice IREM, membre APMEP, inscrite MEP. Degré fort
Marie-Françoise	54	Lycée	Ex-formatrice SFoDEM, testeuse e-Colab, responsable IREM. Formatrice formation continue. Degré fort.
Sonia	50	Collège	Professeur associé INRP. Ex-mission TICE. Degré fort.

ANNEXE C : TEXTE DU QUESTIONNAIRE (JUN 2007)

Petites questions dans le cadre d'une étude sur le travail enseignant (collège, lycée)*G. Gueudet et L. Trouche*

Une grande partie du travail du professeur se déroule hors de la classe : préparation de cours et correction de copies sont les tâches les plus connues, mais il y a aussi beaucoup d'autres choses, et cela dépend des habitudes professionnelles de chacun : consultation de documents (sur papier ou sur Internet), concertation avec des collègues, appropriation de nouveaux outils (logiciels, calculatrices...), élaboration d'une progression, communication avec les parents, l'administration, etc.

Pouvez-vous lister ce que sont, pour vous, les principales activités professionnelles hors classe, en les rassemblant par groupes d'activités de même type ?

Par exemple (le regroupement d'activités ci-dessous est purement indicatif : pour certains collègues, un devoir maison n'entre pas dans le cadre de l'évaluation, etc.) :

Groupes d'activités	Activités
Evaluation des élèves	Choix des devoirs maison, correction des devoirs maison, choix des interrogations en classe, correction, choix collectif des devoirs commun avec d'autres collègues, etc.

Et pour vous ? (merci de remplir le tableau ci-dessous et d'utiliser le verso de la feuille si besoin)

CLAIRE MARGOLINAS, FLORIANE WOZNIAK

PLACE DES DOCUMENTS DANS L’ÉLABORATION D’UN ENSEIGNEMENT DE MATHÉMATIQUES À L’ÉCOLE PRIMAIRE

This paper presents the way experienced elementary teachers use textbooks, in mathematics, in order to consider the following questions: what are the characteristics of the teacher’s relationship with the textbook and the teacher’s use of the textbook? What factors may induce change or stability in the teacher’s relationship to the textbook? A survey based upon individual semi-directive interviews leads to our main result: the existence of a textbook shaping the teacher’s work. Two interviews are thoroughly analysed in order to give some examples of the nature of this process.

INTRODUCTION

Ce texte n’est pas une synthèse de différents travaux sur la question des usages des manuels dans le travail du professeur mais la synthèse d’une recherche dont il nous semble qu’elle a un intérêt programmatique pour le développement d’autres recherches sur cette question. Le travail que nous présentons ici est le fruit d’une collaboration de quelques années, que nous avons conduite en gardant nos spécificités tout en les confrontant. Ainsi, notre texte est-il écrit à deux mains, depuis deux ports d’attaches théoriques différents au sein du même continent didactique : théorie des situations didactiques pour l’une, théorie anthropologique du didactique pour l’autre. Nous n’avons pas cherché à articuler de façon artificielle ces deux cadres, mais nous les avons mobilisés, dans le respect de nos différences, pour répondre à une question de recherche. Il nous semble que cette tentative permet d’apprécier la convergence, mais aussi les différences, des résultats que nous obtenons. Nous y reviendrons en conclusion.

Par ailleurs, nous avons publié récemment (Margolinas & Wozniak, accepté) un article qui développe déjà ce travail sur l’ensemble du corpus que nous avons recueilli (voir plus bas), il ne s’agit pas ici d’en produire un doublon.

Nous présentons donc tout d’abord un cadre d’analyse, qui situe notre texte par rapport à nos cadres théoriques de référence et qui reprend l’essentiel des résultats présentés ailleurs. Nous développons ensuite, chacune selon nos points de vue, l’analyse détaillée de deux entretiens de professeurs¹¹, celui de Philippe, analysé du point de vue des niveaux de l’activité du professeur, celui de Catherine, analysé d’un point de vue praxéologique. Nous revenons ensuite sur les résultats qui se dégagent, selon les points de vue adoptés puis d’une façon plus générale.

UN CADRE D’ANALYSE

Cadre de la recherche

Le corpus sur lequel nous nous appuyons ici est issu d’un travail collectif d’enquête et d’analyse, au sein d’un groupe de développement de l’INRP, l’équipe « Démathé »¹². Notre équipe ayant pour ambition de produire de nouveaux documents de mathématiques pour les

¹¹ L’intégralité des deux entretiens se trouve dans le cédérom annexé à cet ouvrage.

¹² Équipe Démathé (Développement des Mathématiques à l’Ecole) de l’Institut National de la Recherche Pédagogique (INRP), ont participé à cette enquête : Margolinas C. (responsable), Canivenc B., De Redon M.-C., Rivière O., Wozniak F.

professeurs de l'école primaire, nous avons mené une enquête (en 2004) de manière à mieux connaître les pratiques et les besoins des professeurs qui concernent les documents à leur disposition. Dans ce texte, le mot *document* est employé dans son acception la plus large, telle que le définit le Littré, à savoir une « chose qui enseigne ou renseigne ». Il peut donc s'agir de manuels scolaires, fichiers pour l'élève, livres du maître, sites Internet, revues professionnelles, ouvrages pédagogiques, documents issus de la formation initiale ou continue, programmes d'enseignement, etc

Nous avons interrogé douze professeurs pendant une heure, sous une forme semi-directive qui visait à permettre au professeur d'explicitier ses pratiques et non pas de les justifier. Les questions qui ont sous-tendu nos entretiens sont :

- Qu'est-ce qui caractérise, dans l'histoire personnelle et professionnelle d'un professeur, le rapport à la documentation scolaire et son mode d'utilisation ?
- Qu'est-ce qui, pour un professeur donné, peut être un facteur de changement ou au contraire de stabilité en ce qui concerne les documents dont il fait usage ?

Le travail du professeur du point de vue de la théorie des situations

La situation du professeur telle qu'elle s'est développée de diverses façons à partir du travail initial de Guy Brousseau (Brousseau, 1986, 1990) sur la structuration du milieu aboutit à des modélisations qui peuvent être différentes sur certains points, ce qui n'est pas important pour notre propos aujourd'hui – voir notamment (Margolinas, 1995; Perrin-Glorian, 1998 ; Bloch, 1999).

Ce que ces modélisations retiennent dans tous les cas, c'est d'une part que la situation didactique est imbriquée dans d'autres situations, d'autre part que la situation didactique n'est que la partie émergée de l'iceberg. Une bonne partie de la situation du professeur en classe est déterminée par des choix qui ont été faits dans le passé, notamment dans la programmation, dans la construction ou non d'un milieu qui permet à une situation de vivre à un moment donné mais aussi de choix prévus pour le futur qui ne sont pas aisément modifiables (pensons au cas d'un professeur ayant déjà fait la photocopie d'un énoncé de devoir surveillé en 35 exemplaires, par exemple).

Au-delà de cette modélisation heuristique, ce qui oriente toujours le regard en théorie des situations, ce sont les objets qui entrent dans la situation d'un sujet, professeur ou élève, qu'il s'agisse d'objet dans une dimension concrète ou bien de connaissances plus ou moins naturalisées. Nous verrons plus tard comment à la fois le modèle des niveaux d'activité du professeur et cette dimension « matérialiste » a fourni la base des conditions de questionnements de notre enquête.

Résolution du problème « comment faire mon cours » du point de vue de la théorie anthropologique du didactique

Le problème praxéologique du professeur « comment faire mon cours » est un problème général, qui ne présuppose pas une façon d'enseigner (ici cours ne signifie pas cours magistral).

Comment faire vivre les différents moments de l'étude ? C'est à dire la première rencontre avec le savoir à enseigner ; l'exploration du type de tâche et l'émergence de la technique ; la construction du bloc technico-théorique ; l'institutionnalisation ; le travail de l'organisation mathématique et de la technique, l'évaluation (Chevallard, 2002).

Comment organiser l'étude par la mise en texte du savoir à enseigner ? Il faut donc conduire le travail de transposition didactique interne : élaborer une organisation mathématique idoine par rapport à l'institution scolaire et concevoir une organisation didactique pour faire vivre une telle organisation mathématique.

La résolution de ce problème professionnel peut s'analyser en terme d'organisation praxéologique : identifier le type de tâche à réaliser, construire une technique qui permette de l'accomplir, produire un discours (technologique) pour en rendre compte, inscrire les éléments technologiques dans une problématique plus large, une théorie.

Le schéma de l'étude de l'œuvre du professeur (sa réponse au problème professionnel) passe donc par l'observation des réponses présentes dans la culture (les documents disponibles), par l'analyse expérimentale ou théorique de la réponse, par l'évaluation de cette réponse, par exemple en situation, dans la classe, par le développement de la réponse, qui correspond à une étape de construction de l'œuvre, enfin par l'explicitation (pour soi-même ou pour autrui) de cette réponse.

Esquisse du cadre spécifique développé

Nous avons exposé le cadre spécifique que nous avons développé concernant l'usage du manuel dans le travail du professeur dans l'article récent (Margolinas & Wozniak, accepté) mentionné en introduction. Voici quels en sont les principaux résultats, il s'agit tout d'abord de la mise en évidence d'un *document principal* (résultat révélé par notre enquête) et de l'existence (théorique) d'un *document générateur*.

« L'analyse qualitative permet de déterminer dans le corpus qu'il existe, pour tous les professeurs sauf [un] [...] un document auquel le professeur se réfère abondamment, que nous avons appelé *document principal*. Le professeur met ainsi en avant principalement un document, qui est parfois le seul document dont il parle ou bien celui dont il parle avant d'évoquer, de façon assez marginale, d'autres documents. » (ibid.).

« Nos entretiens révèlent que c'est, le plus souvent, autour d'un document singulier que se réalise ce travail de développement, document qui porte en lui le germe de l'œuvre. En effet, si le professeur utilise une diversité de documents, il en est un qui semble à l'origine de la cristallisation de cette œuvre, nous l'appellerons le *document générateur*. L'œuvre en porte la marque, même quand le document générateur n'est pas le document principal. » (ibid.).

PHILIPPE, LE DOCUMENT GÉNÉRATEUR COMME « BIBLE »

Présentation

Philippe a passé le concours de l'École Normale en 1979, au moment de l'entretien il a donc plus de vingt ans d'expérience d'enseignement à l'école primaire. Très perturbé par les « mathématiques modernes », il se décrit comme « *pas matheux du tout* » (alors qu'il a un bac scientifique). Il dit avoir appris son métier « *sur le tas* » en faisant des remplacements pendant dix ans. Il est ensuite modulateur en école d'application¹³ « *là j'ai vu des équipes pédagogiques travailler en particulier à l'école annexe je me suis retrouvé dans un climat où on faisait vraiment du boulot plus on en faisait plus on était heureux de travailler* ». Il enseigne maintenant dans une autre école, dans laquelle il a un CE2 (élèves de 8-9 ans) depuis une dizaine d'années.

¹³ Les « écoles d'application » étaient en relation étroites avec les Ecoles Normales (instituts de formation des maîtres jusqu'en 1991), certaines de ces écoles étaient intégrées comme « école annexe » aux écoles normales, dans ces écoles (dont le statut perdure à l'heure actuelle) une majorité de professeurs sont « maîtres formateurs » : après un examen spécifique, ils exercent une partie de leur temps de travail hors de leur classe, dans les instituts de formation, ils reçoivent des stagiaires dans leurs classes, etc. N'étant pas à plein temps dans leur classe, les maîtres-formateurs partagent leur classe avec un autre professeur, que l'on appelle « modulateur ».

Rencontre avec le document générateur

« *Je me suis aperçu donc avec les apprentissages que les maths me plaisaient beaucoup plus que le français grâce surtout à ça / surtout au Ermel¹⁴ parce que là j'ai trouvé ma bible j'ai presque trouvé une philosophie* ».

Interrogé sur sa rencontre avec le document scolaire que nous avons identifié comme document générateur, Philippe dit « *c'est parce que les profs de l'annexe l'utilisaient que j'ai été amené à regarder ce que c'était [...] ça me paraissait euh intéressant sans plus jusqu'à ce que en étant ici je me dise bon tu vas faire comme les grands / tu vas vraiment te mettre à faire comme eux / y a pas de raison* ».

Nous pourrions résumer en disant que Philippe, quand il rentre dans une pratique stable dans « sa » classe (ce qui dans son cas particulier a pris plus de dix ans), se tourne vers un document fortement légitimé (dans son cas par des collègues très valorisés par l'institution).

Nous allons voir que c'est ce document qui joue le rôle, pour Philippe, de document générateur.

L'investissement du document principal

Philippe se réfère très fréquemment à son « Ermel », qui est investi d'une forte valeur affective « *j'ai pris mon Ermel et je l'ai plus quitté parce que c'est vraiment un outil / un outil / particulier qui ne se laisse pas apprivoiser si facilement* » qui lui donne confiance dans son enseignement des mathématiques « *en math j'ai une confiance absolue dans le Ermel* ».

Il réfère à ce document dans tous les niveaux de son activité (Margolinas, 2002).

Du point de vue idéologique, nous avons déjà vu que Philippe dit avoir trouvé une « *philosophie* », ce qu'il développe plusieurs fois au cours de l'entretien : « *si tu veux le Ermel [...] c'est avant tout une démarche [...] et en fait en approfondissant [...] je me suis aperçu que la philosophie du Ermel c'était la démarche heuristique / on va faire apprendre aux enfants des choses comme s'ils les connaissaient déjà / comme si c'était eux qui les découvriraient et ça au point de vue pédagogique moi je trouve que ça c'est la pédagogie / c'est l'alpha de la pédagogie* ».

Du point de vue de son projet épistémologique sur l'année scolaire, Philippe s'appuie sur le découpage en périodes donné par le document, il décrit précisément sa méthode de travail : « *il faut aller à la fin / et se faire une photocopie du planning général [...] avec au fur et à mesure un surlignage des thèmes qui ont été abordés [...] des leçons qui ont été faites / voilà / Le découpage est très judicieux [...] tout est dans le planning c'est-à-dire que tu as le découpage des périodes ce qui te structure ton activité au niveau du temps c'est absolument idéal pour l'enseignant de savoir ce qu'il doit caser dans ses plages de fonctionnement / et puis en fonction également des thèmes / il y a des thèmes et des modules / ils ont bien bien fait les choses ils ont bien détaillé les choses / je fais en fait dans l'ordre / dans l'ordre du fonctionnement* » plus tard il détaille l'organisation de l'année « *ce qui est bien dans le Ermel justement c'est que tu as des thèmes sur toute l'année [...] tu reviens sur les problèmes et tu recommences / avec une difficulté un peu supérieure [...] tu fais des strates de connaissances / tu vas bâtir sur du précédent.* ».

Chaque période donne l'orientation du projet de séquence, auquel Philippe réfère peu dans l'entretien, comme si la possibilité de suivre le document pas à pas pour les leçons rendait inutile un projet local. Néanmoins il en parle quand il réfère à ce qu'il aimerait que les collègues des classes antérieures fassent : « *c'est dans la période 1 c'est droite numérique tu vois / tu as une droite numérique et tu construis un pour aller à et tu as le nombre de sauts*

¹⁴ Collection *Ermel*, Hatier, co-édition INRP pour certains des ouvrages, l'auteur principal d'origine (fin des années 70) est Jacques Colomb. De nombreux auteurs ont participé à cette collection, dont l'ouvrage le plus récent est paru en 2006.

qu'il faut faire pour aller d'un point à un autre / à partir d'octobre on sait que un pour aller à de A pour aller à B c'est la même chose que B moins A / on peut aller dans les deux sens ».

Bien entendu, le document fournit la base des leçons, il s'agit d'ailleurs d'un ensemble de documents associés puisque Philippe a non seulement le livre du maître, mais aussi le matériel (la « valise »), « *j'utilise tous les outils qui sont donnés* » le document fournit presque tout « *parfois il y a rien à préparer / je lis une consigne / je la distribue peut-être si je l'ai photocopiée ou si elle est trop / très simple ils peuvent la recopier* » il insiste néanmoins sur le fait qu'il y a toute une préparation matérielle à faire « *les documents / je photocopie ou je refais / comme si tu veux je reproduis les énoncés alors je me suis aussi classé par périodes donc là je reproduis les énoncés du bateau les tables de Pythagore les craies tout ce matériel je l'ai retranscrit sur ordinateur* » « *quand on veut fabriquer des outils qui soient aussi présentables au tableau il y a des tas de découpages de montages à faire / de petites étiquettes / de petites cartes [...] je le fabrique ça demande un certain temps / je le réutilise d'une année sur l'autre / les phases de préparation du travail sont importantes / [...] bien sûr c'est un investissement / [...] tu ne peux pas tout faire la première année* » il reste des choix « *Ermel te laisse si tu veux / te mets les clés en main mais après t'es assez grand pour trouver* ». Dans la situation de classe, le document est ouvert (Philippe l'a d'ailleurs massicoté puis relié en spirale pour que le livre puisse tenir ouvert à plat sur le bureau) « *souvent en situation / attends il faut que je lise bien mon livre parce qu'il faut pas que je me trompe / je prétends pas avoir tout intégré / des fois je me dis est-ce que c'était ça / mais je reprend je lis mon bouquin* » et sert de guide de séance.

Philippe considère qu'il est possible de s'appuyer sur le document pour prendre en compte la diversité des élèves « *là tu t'adaptes vraiment [...] tu arrives à une sorte de groupes de niveaux sans partition de ta classe [...] ça permet d'adapter pratiquement en permanence ton contenu / le contenu est le même pour tous / chacun prend ce qu'il peut / ça me paraît assez emblématique de Ermel* ».

La construction de l'œuvre, le document générateur

Philippe réfère sans cesse à son Ermel, au point que l'on pourrait penser que cet unique document est la source de son enseignement, qu'il ne ferait que reproduire fidèlement dans sa classe. Philippe fait en effet partie des professeurs pour lesquels le document générateur est un document valorisé dans l'institution, qui est (encore) d'actualité, même s'il l'utilise depuis déjà une dizaine d'années. Dans un entretien avec un chercheur, il s'appuie sur cette légitimité pour le mettre en avant. Nous allons voir maintenant que non seulement ce document est source d'une pratique à un instant *t* mais aussi qu'il participe à la construction de l'œuvre du professeur. C'est de par sa fonction singulière dans cette construction que nous qualifions ce document de *générateur*.

Le processus que nous décrivons ici au sujet de Philippe pourrait se rapprocher du processus que Gueudet et Trouche (ce volume) appellent *genèse documentaire*, puisque nous allons voir que Philippe se sert en fait de plusieurs documents (ressources dans leur lexique). Mais la construction de l'œuvre de Philippe ne nous semble pas pouvoir être décrite comme une sorte d'hélice (ibid., figure 3) mais plutôt comme un cristal, dont le centre et la forme globale serait donnée par le document générateur. Nous proposons de le décrire comme une dialectique des médias et des milieux (développé par Yves Chevallard, à paraître, voir Wozniak, à paraître).

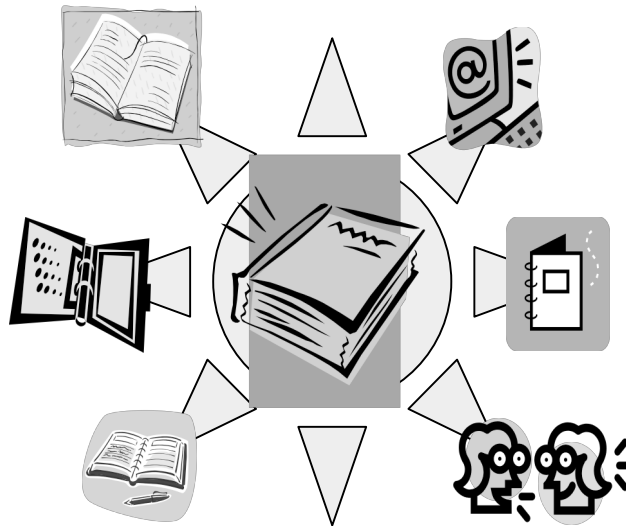


Figure 1 : Construction de l'œuvre à partir du document générateur

D'une part, s'agissant d'un document qui se présente essentiellement comme un livre du maître¹⁵, il est nécessaire de produire l'organisation matérielle du travail de l'élève, ainsi Philippe décrit son système « *des petites feuilles et des grandes feuilles* » qui servent aux élèves pour leurs recherches, qu'il regarde « *à tête reposée je regarde ce qu'il a fait* » nous avons déjà vu qu'il fabrique également du matériel qu'il utilise d'une année sur l'autre.

D'autre part Philippe modifie un peu les situations « *pas vraiment dans la structure / non / par contre [...] dans certains cas il y a des choses trop difficiles / je suis obligé de réduire les prétentions* ».

Mais surtout, il finit par parler (après 25 minutes d'entretien) d'un manque dans le document générateur, qui le conduit, sur ce point, à chercher d'autres pistes « *ce qu'on aurait tendance à oublier avec Ermel c'est le domaine de la pratique quotidienne d'activités de répétition et de / rabachage / [...] de comptage / c'est marqué bien sûr c'est pris en compte [...] voilà il faut en faire mais on aurait tendance les premières années je me suis aperçu que je n'avais pas assez creusé dans les apprentissages B A BA / de ce qu'était aussi ma fonction* ». Philippe décrit bien ici un processus historique puisqu'il oppose ce qu'il aurait eu « tendance » à faire les premières années, en étant très proche du document générateur, à ce qu'il pratique maintenant.

Le manque qu'il identifie dans le document générateur le conduit à faire usage d'une grande diversité de documents se présentant essentiellement sous forme de fiches (voir annexe du cours dans le cédérom pour le détail). Il décrit en particulier d'une façon assez détaillée son usage de certaines fiches auto-correctives¹⁶ car « *pour des enfants en difficulté en particulier c'est le pendant au Ermel* ». Il évoque la question de l'articulation des deux types de documents : « *l'idéal ça serait de mixer les deux / c'est à dire de à une situation Ermel donnée pouvoir retrouver le pendant individuel de fiche de formation autonome alors ça euh / mais ça c'est le monde idéal pour moi c'est ça tu vois / j'arrive pas / j'arrive pas à faire ça* ».

¹⁵ En France, les professeurs de l'enseignement primaire appellent « livre du maître » un livre destiné au professeur qui accompagne le livre destiné à l'élève (que l'on nomme souvent le « manuel ») ou l'ensemble de fiches destinées à l'élève (que l'on nomme souvent le « fichier »). Suivant les éditeurs et les collections, un manuel peut être accompagné ou non d'un fichier et d'un livre du maître, voire d'un matériel associé à cet ensemble documentaire. Le cas des ouvrages de la collection Ermel est singulier, car ce document est destiné au professeur, il n'est que secondairement accompagné d'un livre de l'élève, alors que pour les autres ensembles documentaires c'est le livre de l'élève qui est premier (de nombreux professeurs ne disposent, dans une collection donnée, que du livre de l'élève).

¹⁶ Fiches issues de la pédagogie Freinet, éditions ICEM.

Philippe identifie deux raisons pour rendre compte de la difficulté d'articulation, d'une part un manque de connaissance du document second (les fiches Freinet) « *c'est la connaissance de son outil qui est fondamental / si je connaissais mieux à la limite toutes mes fiches si j'avais tout en tête / il faudrait peut-être que j'ai justement un planning de ces fiches là de Freinet / il existe d'ailleurs mais je ne m'en sers peut-être pas comme il faudrait pour pouvoir aiguiller tout de suite même au cours de l'apprentissage du Ermel les gamins qui plongent ou qui comprennent pas hop pour les mettre tout de suite dans les choses plus fondamentales* » d'autre part, pour Philippe les fiches Freinet ne se justifient que pour certains enfants, en fonction de certaines connaissances spécifiquement non acquises, mais encore faudrait-il identifier ces connaissances à chaque situation et pour chaque élève : « *mais alors là effectivement je vais multiplier par dix le temps consacré à corriger / à évaluer les progrès / ça ça me semble fondamental* ».

En fait, la structure du document générateur lui semble partiellement pallier cette difficulté : « *ce qui est bien dans le Ermel justement c'est que tu as des thèmes sur toute l'année / tu ne fais pas / tu reviens sur les problèmes et tu recommences* ». Philippe espère donc que ce retour permettra à la fin aux élèves, même en difficulté, de travailler sur les connaissances instables.

Dans cette description, il est patent que les deux documents (Ermel, fiches Freinet) ne jouent absolument pas le même rôle dans l'œuvre de Philippe, l'un joue le rôle de colonne vertébrale, il structure tout le travail, alors que l'autre joue un rôle important mais secondaire dans la construction de l'enseignement des mathématiques de ce professeur.

Ce que Philippe révèle dans cet entretien, qui porte, rappelons-le, sur ses pratiques documentaires en mathématiques, est considéré par lui-même comme une « *transmission des manières de faire* » qu'il n'a « *jamais l'occasion de [...] faire comme avec toi ici* », alors même que nous n'avons pas évoqué cet aspect de transmission.

CATHERINE, L'ŒUVRE À SON DÉBUT

Présentation

La professeure des écoles dont il est à présent question, Catherine, a un fort investissement personnel, comme en atteste l'ensemble des documents – utilisés ou produits – qu'elle présente spontanément. Si l'on reprend, au moins métaphoriquement, le modèle des moments de l'étude (Chevallard, 2002) on peut dire qu'au moment de notre entretien elle vient de dépasser le moment de la première rencontre et s'est engagée dans la construction d'une technique pour résoudre le problème praxéologique du professeur.

Lorsque l'entretien a lieu, dans les premiers jours de juillet, Catherine termine sa première année d'enseignement dans une classe de CP après avoir enseigné durant plusieurs années en école maternelle. Elle se définit elle-même comme « *plus littéraire que matheuse* » et nous précise que « *les maths [lui] faisaient très peur* ».

Le document principal : un choix collectif qui s'impose au professeur

L'utilisation du fichier Cap Maths¹⁷ 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 Catherine, ce qu'elle exprime clairement en ces termes : « *J'ai eu du mal à rentrer dedans* », à cause, dit-elle, de « *la contrainte de devoir faire les choses dans tel ou tel ordre* ».

¹⁷ Collection « *Cap Maths* » éditions Hatier, auteurs Roland Charnay, Marie-Paule Dussuc, Paul Madier.

C'est d'ailleurs ce malaise qui l'a conduite à étudier tout un été le livre du maître, 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 le livre du maître, Catherine 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 de réécriture – qu'Yves Chevillard (Chevillard, 2001) appelle la dialectique de l'excription/inscription – et d'expérimentation qui lui permet de construire son œuvre sur les fondements du livre du maître : « *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 le livre du maître qu'elle utilise, elle 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, en étudiant le livre du maître pour construire sa réponse au problème professionnel qui lui est posé – concevoir son enseignement – elle apprend elle-même les mathématiques à enseigner et les mathématiques pour enseigner. D'ailleurs son besoin de discours technologique est très présent : « *[...] autant il y a plein de choses en numération, en calcul, vraiment dans le livre du maître c'est bien expliqué comment aborder ça avec les enfants, autant résolution de problèmes c'est un peu débrouillez-vous. Parce qu'effectivement ce sont des problèmes qu'on est capable, nous, de résoudre mais entre être capable de résoudre et être capable d'expliquer aux enfants pourquoi on résout comme ça, bon ...ben... alors il y a un écart quoi.* »

Discours technologique sur le plan didactique, pour elle-même, discours technologique sur le plan mathématique pour ses élèves. Ainsi, lorsqu'on lui demande ce dont elle aurait besoin comme type de documents, elle répond en effet : « *Un lexique, la difficulté vraiment que j'ai eu cette année c'est pour certains domaines, on revient à la géométrie, la résolution de problèmes, les mots, les mots à employer avec des enfants de cet âge-là. Quand on est pas matheux d'origine je dirais, naturellement, moi il m'a manqué les mots. Et quelques fois j'ai bafouillé avec les enfants parce que je ne savais pas quel mot donner et ça m'est arrivé plusieurs fois de revenir en arrière parce que je m'étais aperçue et bien que je leur avais parlé chinois alors ce mot-là...* ».

Le développement progressif d'une œuvre personnelle à partir du document générateur

Ce qui nourrit les choix didactiques que cette professeure opère 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 – qu'elle justifie par son expérience en maternelle : « *Et puis je me suis imposé*

une chose parce que j'y crois et que je venais de maternelle aussi je pense, je n'ai sauté aucune manipulation, aucune, aucune, aucune. » Elle cite ainsi 11 fois *manipuler*, 10 fois *manipulation(s)* et une fois *manip*.

C'est ainsi qu'est apparue, au cours du processus de construction de son œuvre, 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.* »

Dans les recherches conduites sur Internet, il s'agit moins d'éprouver la pertinence didactique de ce nouveau dispositif didactique que de mieux circonscrire ses conditions d'usage. Ainsi, cette professeure élabore-t-elle un document, pour elle-même : « *Donc je me suis construit mon petit truc mais c'est sans ... c'était plus pour moi, moi j'ai besoin d'écrire pour savoir où je vais donc j'ai en fait ... Ben j'ai écrit mon petit truc.* »

En absence de connaissances didactiques c'est le milieu empirique que constitue l'activité des élèves dans la classe qui mesurera son degré de pertinence. Ainsi propose-t-elle à sa collègue d'expérimenter le dispositif : « *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.* »

Ce défaut d'analyse didactique conduit à un déficit de contrôle épistémologique (Wozniak, à paraître). C'est ainsi que l'introduction de ce nouveau dispositif didactique est entrée en conflit avec l'organisation mathématique globale du livre du maître que cette professeure suit : « *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 peu 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 faiblesse de l'analyse didactique et la quasi-clôture sur un seul document – le livre du maître et le fichier associé – sont le produit du système de contraintes, objectives ou subjectives, dans lequel se trouve cette professeure. C'est ce qu'elle exprime lorsqu'elle évoque un autre manuel qu'elle a très peu consulté : « *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.* »

Au total, les documents dont fait état cette professeure sont peu nombreux : le livre du maître et le fichier correspondant utilisés dans la classe ; la revue *Éducation enfantine* à laquelle elle était abonnée tant qu'elle enseignait en école maternelle. Internet a été évoqué dans la recherche d'informations complémentaires sur le dispositif des cartes à points, deux autres manuels ont été mentionnés sans être nommés, l'un était utilisé par sa propre fille, elle-même en classe de CP cette année-là, l'autre avait été rencontré durant sa carrière.

Le document qui est principalement cité est le fichier des élèves. Le mot *fichier* est ainsi cité par cette professeure 23 fois. C'est le support sur lequel les élèves travaillent, il est donc naturellement l'outil de référence lorsque la professeure parle du travail de la classe. En revanche, le document générateur est clairement le livre du maître : c'est lui qu'elle a étudié entièrement, qu'elle a réécrit à sa façon. D'ailleurs elle le dit explicitement : « *[...] l'essentiel du travail de maths je l'ai pas fait avec ça, je l'ai fait avec le livre du maître. Enfin le livre qui*

va avec ça qui nous explique comment on procède, la progression, et moi 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. »

Cette quasi-clôture de l'œuvre du professeur sur le document générateur qui la génère s'explique ainsi par un principe d'économie, fruit du système de contraintes dans lequel est prise la professeure. Rappelons qu'un professeur des écoles enseigne durant 26 heures par semaine toutes les disciplines scolaires de l'école élémentaire. Ainsi, la question du temps de l'étude du document générateur est essentielle, mais aussi celle de l'apprentissage, pour le professeur, des connaissances mathématiques, didactiques ou d'expérience dans l'usage des dispositifs didactiques : *« Nathalie je crois l'a plus fait que moi. Moi j'étais pas à l'aise je..., enfin ça faisait beaucoup de cartes à manipuler et puis je ne savais pas encore comment faire. Je pense que l'année prochaine ce sera encore à améliorer. »*

L'œuvre de cette professeure se concrétise en deux classeurs dans lesquels elle consigne, comme il est d'usage dans la culture des professeurs des écoles, ses fiches de préparation et l'organisation mathématique globale (structurée par quinzaine) qu'elle a reprise à sa façon. Il lui reste d'ailleurs à la synthétiser : *« Cet été ce qu'il faudrait que je fasse, c'est que j'étale mes, toutes mes 15 quinzaines et que je me fasse maintenant un tableau, un seul. [...] pour voir clairement, pour pouvoir afficher au tableau voilà je vais faire ça comme ça. »*

Mais dans ces classeurs se trouvent aussi, ce qui est moins habituel, des textes qui explicitent pour elle-même l'usage de certains dispositifs didactiques comme les cartes à points, tant d'un point de vue didactique que pratique : *« Tout ce que je pouvais faire et donc j'ai essayé de mettre, mais c'est très court: 1re étape la familiarisation avec le matériel, avec les enfants, comment j'allais procéder, 2e étape découvrir les propriétés des nombres avec les cartes à points, donc la relation à 10, les cartes doubles, comparer les nombres par rapport aux autres, plus grand que, plus petit que, ça on a beaucoup travaillé avec, 3e étape construire des grands nombres. »*

Ainsi, l'œuvre de cette professeure est-elle composée du contenu de ses classeurs, mais aussi des dispositifs matériels qu'elle a fabriqués pour elle-même et pour ses élèves.

Cependant cette œuvre est toujours en construction, en devenir. La professeure envisage déjà d'améliorer certaines organisations locales ou ponctuelles déjà existantes : *« Et comment donc en bossant ensemble, et là c'est vrai c'était l'avantage on a réussi à construire quelque chose, qui est à améliorer pour l'année prochaine, parce que là on a su l'utiliser au début de l'année et puis là, par exemple à la fin de l'année moi j'ai eu du mal à l'utiliser. »* ou de compléter par d'autres organisations ce qu'elle a perçu comme un manque : *« Mais j'aurais vraiment envie de fouiller quelque chose en résolution de problèmes et en géométrie. J'aurais vraiment... j'ai l'impression que là on a un outil qui est pas, il est jamais suffisant mais il est assez complet, assez fouillé en numération mais pas en géométrie et pas en résolution de problèmes. »*

Mais si l'œuvre est toujours en construction, il est clair que l'investissement produit pour s'appropriier le document générateur qui en est le ferment va induire des résistances aux changements. Ainsi, cette professeure s'interdit-elle de dénigrer le livre du maître qu'elle utilise, quand bien même elle en repère les manques : *« il n'y a pas beaucoup, enfin il y en a beaucoup mais les situations problèmes elles sont plutôt vers la fin de l'année et du coup quand ça vient et ben c'est difficile, il y a beaucoup de choses à intégrer et le reproche, enfin c'est pas un reproche par rapport au fichier exactement, mais [...] »*. Et lorsqu'on lui demande ce qu'elle ferait si elle ne pouvait plus acheter le fichier pour les élèves, elle répond : *« Je pourrais très bien utiliser ce que j'ai fait là et avec ça, mes exercices à la limite sans ça, je peux les construire quoi... simplement cela me ferait un budget photocopies énorme. »*

Deux éléments prédominent chez cette professeure qui caractérisent son rapport à la documentation scolaire : d'une part, un besoin clairement exprimé de discours technologique

pour elle-même d'abord, à destination de ses élèves ensuite, d'autre part la place des dispositifs didactiques matériels, ce qu'elle énonce comme la nécessité pour les élèves de « *manipuler* ».

Se déclarant peu matheuse, elle éprouve le besoin de comprendre les raisons pour lesquelles telle activité, telle situation d'enseignement sont proposées aux élèves, c'est la raison pour laquelle, relativement au dispositif des cartes à points, elle a fait des recherches sur Internet et rédigé un texte. Face à ses élèves, elle exprime clairement ses difficultés à développer un tel discours concernant la résolution de problèmes et la géométrie. Mais la chose est peu surprenante puisqu'il s'agit de deux domaines dans lesquels le livre du maître est peu prolix. Le livre du maître n'étant pas le recours espéré, elle éprouve des difficultés.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Notre travail permet de mettre en lumière un fait essentiel : le fort investissement du professeur dans un document qui structure épistémologiquement sa pratique et que nous appelons le document générateur de l'œuvre du professeur. Si nous revenons sur la diversité des cadres théoriques, il nous semble que notre pari de garder chaque cadre dans sa cohérence se révèle fructueux. Les aspects mis en évidence sont différents, ce qui enrichit les analyses au lieu de les aplatir dans la recherche d'un plus petit dénominateur commun.

Du point de vue de l'analyse de l'activité du professeur, ce qui semble très stable, car emprunté au document générateur est le niveau du projet global, celui de la construction épistémologique, alors que ce qui peut varier relève soit du niveau local soit du niveau de la situation didactique. Du point de vue de l'analyse praxéologique, il semblerait que l'organisation mathématique globale soit « globalement » stable, ce sont les organisations mathématiques locales qui sont mouvantes. Finalement ces deux approches se rejoignent du point de vue des résultats sur le travail des professeurs et leur usage des documents.

Le document générateur est très fortement investi, parfois affectivement (cas de Philippe) mais surtout l'objet d'un énorme travail (chez les deux professeurs). Même quand il n'est pas choisi par le professeur (cas de Catherine), pour qu'il puisse être l'objet d'un tel travail, il faut qu'il soit au départ suffisamment légitimé (par des collègues, dans les deux cas étudiés ici).

Le document générateur fournit une sorte de germe dont la forme donne l'impulsion de l'ensemble. Les autres documents s'insèrent à l'organisation mathématique globale initiale quand le professeur perçoit une évolution nécessaire, le plus souvent sous l'impulsion des difficultés identifiées des élèves. Ceci pose la question de la vigilance épistémologique : les professeurs se donnent-ils réellement les moyens de vérifier la cohérence de l'organisation mathématique globale construite ? Par ailleurs, on peut supposer (ce que les deux cas présentés ici ne permettent pas de dire) que ce mode de formation de l'œuvre, source de stabilité, peut mettre en difficulté le professeur en cas de changement imposé (par les programmes, par les changements institutionnels).

Il nous semble, enfin, que cette étude exploratoire ouvre quelques perspectives de recherche :

- réaliser l'étude différentielle de deux professeurs, sans lien entre eux, dont le document générateur serait le même, permettrait de révéler ce qui est au fondement des choix didactiques de ces deux professeurs ;
- explorer comment on pourrait prendre en compte la dimension historique dans le développement de l'œuvre : une œuvre évolue dans le temps, elle s'adapte aux contraintes nouvelles qui peuvent surgir – tel professeur qui avait en charge un seul niveau d'enseignement, à l'année suivante une classe à double niveau tout en conservant le niveau précédent ; décision collective de changer de manuels scolaires ou de fichier ; changement d'école, etc. – , les connaissances didactiques,

mathématiques, et d'expérience – dans la gestion d'une classe, par exemple – évoluent ce qui nécessairement rejaillit sur le contenu de l'œuvre lui-même ;

- « pister » ce qui est au fondement de l'œuvre, identifier les indicateurs pertinents qui permettent de le(s) retrouver lorsque l'œuvre construite ne garde plus trace du (des) document(s) générateur(s) ;
- identifier si le recours à différents documents comme documents générateurs est la trace d'un usage différencié en fonction des moments de l'étude et explorer s'il y a des documents générateurs spécifiques par rapport aux fonctions didactiques.

Le chantier est ouvert...

REFERENCES

- Bloch, I. (1999). L'articulation du travail mathématique du professeur et de l'élève dans l'enseignement de l'analyse en Première scientifique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 135-193.
- Brousseau, G. (1986). La relation didactique: le milieu. *Actes de la IV^e école d'été de didactiques des mathématiques* (pp.54-68). Paris : IREM de Paris VII.
- Brousseau, G. (1990). Le contrat didactique: le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 309-336.
- Chevallard, Y. (à paraître). Où va la didactique ? Perspectives depuis et avec la TAD, *Ile congrès international sur la Théorie Anthropologique du Didactique*, Uzès.
- Chevallard, Y. (2001). Les TPE comme problème didactique. In T. Assude & B. Grugeon (Eds.), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Paris: IREM de ParisVII et ARDM.
- Chevallard, Y. (2002). Organiser l'étude. Structures et fonctions. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Eds.), *Actes de la 11^{ème} école d'été de Didactique des Mathématiques* (pp. 3-22). Grenoble La Pensée Sauvage.
- Margolinas, C. (1995). La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations. In C. Margolinas (Ed.), *Les débats de didactique des mathématiques* (pp. 89-102). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Margolinas, C. (2002). Situations, milieux, connaissances : analyse de l'activité du professeur. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (Eds.), *Actes de la 11^{ème} Ecole d'Été de Didactique des Mathématiques* (pp. 141-156). Grenoble La Pensée Sauvage.
- Margolinas, C., Wozniak, F. (accepté). Usage des manuels dans le travail du professeur : l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. *Revue des sciences de l'éducation* (Numéro spécial: Les manuels scolaires : réformes curriculaires, développement professionnel et apprentissages des élèves).
- Perrin-Glorian, M.-J. (1998). Analyse d'un problème de fonctions en terme de milieu : structuration du milieu pour l'élève et pour le maître. In R. Noirfalise (Ed.), *Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques*, Université d'été de La Rochelle (pp. 17-39). Clermont-Ferrand: IREM.
- Wozniak, F. (à paraître). Transposition didactique interne et dialectique des médias et des milieux. *Ile congrès international sur la Théorie Anthropologique du Didactique*, Uzès.