
Conception et réalisation de ressources pédagogiques vivantes :

des ressources intégrant les TICE en mathématiques

Michelle Joab*, Dominique Guin, Luc Trouche****

* LIRMM-CNRS, Université Montpellier 2
LIRMM, 161 rue Ada
34392 Montpellier cedex5
Michelle.Joab@lirmm.fr

** membre associé LIRMM-CNRS, Université Montpellier 2
Université Montpellier 2
Place Eugène Bataillon
34000 Montpellier
{guin, trouche}@math.univ-montp2.fr

RÉSUMÉ. L'intégration des TICE reste marginale à l'heure actuelle dans l'enseignement des mathématiques. Force est de constater que la complexité de cette intégration est largement sous-estimée dans les dispositifs de formation. Quels types de ressources seraient susceptibles de la favoriser ? Nous proposons une méthode de conception et de production de ressources évolutives intégrant les TICE en mathématiques qui a été mise à l'épreuve dans un dispositif de FOAD. La structure des ressources est définie à partir d'une analyse des ressources existantes et d'une confrontation aux normes en vigueur. La validation de cette structure comporte une phase de révision des ressources existantes et une phase de conception de nouvelles ressources. L'originalité de cette méthode consiste essentiellement dans le fait qu'elle intègre l'expérience des usagers dans les ressources considérées comme des instruments qui se construisent au sein d'une communauté de pratique.

MOTS-CLÉS : conception de ressources pédagogiques, intégration et usages disciplinaires des TICE, approche instrumentale.

1 Introduction

Malgré les efforts institutionnels à tous les niveaux (évolution des programmes, équipement des établissements, plan de formation des enseignants), l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement des mathématiques reste encore à l'heure actuelle marginale. Cet état de fait ne peut s'expliquer uniquement par les obstacles matériels (l'accès difficile aux salles informatiques) ou le fait que les logiciels sont encore souvent non disponibles dans les établissements [GUIN et al. 03, § 3.1.2]. En effet, alors que toutes les calculatrices sont autorisées aux examens, que tous les élèves ont une calculatrice dans les classes scientifiques et l'utilisent continuellement, moins de 15% des enseignants prennent en compte les calculatrices graphiques ou symboliques dans l'enseignement [TROUCHE 02]. Ces difficultés d'intégration des TICE ne sont cependant pas propres au système éducatif français [DEPOVER & STREBELLE 96].

Une recherche évoquée dans [GUIN & TROUCHE 01] avait pour but d'analyser un vaste corpus de travaux récents pour essayer de comprendre les raisons du décalage entre le discours optimiste de la plupart des articles sur les TICE et l'intégration marginale constatée dans de nombreux pays. Cette recherche confirme certains obstacles à l'intégration [ARTIGUE 98] : la **complexification** des processus et des dispositifs d'enseignement que l'intégration entraîne, la sous-estimation du rôle de l'enseignant dans cette intégration et l'inadaptation, relativement aux besoins des enseignants, des dispositifs de formation aux TICE.

En effet, le modèle dominant actuellement pour la formation continue des enseignants (stages d'une durée moyenne de trois jours) consiste d'une part à familiariser les stagiaires à l'utilisation des TICE, d'autre part à leur présenter des ressources testées par le formateur. Le stagiaire est censé les utiliser **clés en main** [ABBOUD 94]. Par conséquent, les contenus des ressources sont fortement personnalisés et peu décontextualisés. De plus, ce sont les formateurs qui ont la responsabilité de convaincre très rapidement les enseignants de l'utilité de l'intégration, ils ont donc tendance à en minimiser les difficultés et contraintes. Ainsi les formations font, la plupart du temps, l'impasse sur une analyse qui permettrait aux stagiaires de comprendre les variables des situations présentées et sur l'expertise que la gestion de ces situations requiert.

L'offre de formation est formulée plus dans un objectif d'appropriation personnelle que d'intégration dans les classes, elle n'implique donc pas nécessairement un réinvestissement dans les pratiques professionnelles. Or, l'intégration nécessite une remise en cause des pratiques professionnelles qui ne peut s'inscrire que dans la durée. Dans ce contexte, peut-on penser de nouveaux dispositifs de formation et concevoir des ressources qui aident les enseignants à franchir les obstacles à l'intégration des TICE et qui les accompagnent dans le renouvellement nécessaire de leurs pratiques professionnelles ? Le réseau de formation d'aide à l'intégration de logiciels de géométrie [ALLEN & al 95], conçu avant l'existence de la toile, constitue un premier élément de réponse.

2 Des ressources en adéquation aux besoins des utilisateurs

La nécessité de ces nouveaux dispositifs de formation est à l'origine de la constitution en 2000, par l'IREM de Montpellier, du SFODEM (Suivi de FORMation à Distance pour les Enseignants de Mathématiques). Le SFODEM propose *aux enseignants* un processus de création de ressources intégrant les TICE en mathématiques, avec un double objectif [GUIN et al. 03] :

- faciliter pour ces enseignants l'appropriation technique des outils, faciliter leur intégration disciplinaire et leur mise en œuvre dans les classes (en particulier du point de vue de l'articulation avec les enseignements plus traditionnels) ;
- rompre l'isolement des enseignants en leur permettant de confronter les expériences, en présence ou à distance (grâce à la plate-forme [Plei@d](#) du CNAM des Pays de Loire), en mutualisant le processus de production et d'expérimentation des ressources.

Pendant sa phase expérimentale (2000-2002), le SFODEM a proposé cinq thèmes de formation : « numérique, algébrique et TICE », « intégration des calculatrices symboliques et géométriques », « utilisation de fichiers interactifs rétro-projetables », « statistique et simulation » et « résolution coopérative de problèmes via Internet », la diversité de ces thèmes devant permettre le repérage d'invariants et l'émergence d'une structure suffisamment générale pour les ressources.

Les premières expérimentations réalisées dans le domaine de l'enseignement [BOULLIER 00] ou de la formation professionnelle à distance ont mis en évidence le rôle primordial de la planification et de la régulation dans la mise en œuvre d'un tel dispositif. La planification et la régulation du SFODEM se sont essentiellement effectuées par des interactions en présentiel et à distance, dans le cadre d'une *cellule de formation* regroupant les pilotes (les auteurs de cet article), le responsable technique et les formateurs des cinq thèmes.

Ces formateurs sont des animateurs de l'IREM, ils disposent d'une bonne maîtrise des TICE, les intègrent dans leurs propres classes, mais n'opèrent pas nécessairement une distanciation par rapport à leur propre expérience. La première *base de ressources pédagogiques* du SFODEM reflète ces expériences ; ces ressources sont donc très diverses dans leur forme et leur structure (cf. figures 1 et 2). Malgré cette diversité, apparaissent au début de l'expérimentation des traits communs :

- l'**imbrication** des aspects techniques et des aspects pédagogiques dans l'écriture des différents documents ;
- le caractère technique très **contextualisé**, lié à des outils (calculatrices ou logiciels) spécifiques ;
- une première prise en compte des usages, à travers des commentaires ou des fiches pour le professeur.

La ressource est composée d'un énoncé à destination de l'élève et de commentaires à destination du professeur.

Enoncé : dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) , on donne les points K (0 ; 2), M (a ; 5) et N (a+3 ; 5). Pour a = 4, les droites (KM) et (ON) se coupent-elles ? Si oui, déterminer les coordonnées de leur intersection C (...).

Commentaires : avant tout travail avec la calculatrice, désaffecter les variables qui auraient pu être utilisées dans une séance antérieure (**F6 Clean Up**) et régler éventuellement la configuration de la machine (mode fonctions, calcul exact ou approché, etc. : **MODE**).

Figure 1. Ressource « calculatrices symboliques et géométriques » (extrait)

Cette prise en compte des usages n'est pas nouvelle : [VIVET 91] évoque les scénarios d'usage, composante nécessaire d'une ressource pédagogique. [GUIN et al. 00] montrent aussi l'intérêt des *comptes-rendus d'expérimentation*, permettant d'intégrer le point de vue des usagers dans l'évolution de la ressource.

La ressource, à destination du professeur, décrit comment réaliser pas à pas des graphiques pour comparer les températures de trois pays.

- 1) Entrée du tableau et mise en forme
- a) Titres des lignes et des colonnes

En A4 écrire Marrakech, en A6 North Platte et en A8 Alert. Puis en B4 : Temp °C ; B5 : Pr mm. Copier B4 : B5 (dans le menu « Edition ») et coller successivement en B6 et B8. En C3 écrire janvier puis tirer le bord inférieur droit jusqu'à N3 (la liste des mois se fait automatiquement).

Figure 2. Ressource « statistique et simulation » (extrait)

Les usagers sont ici les professeurs stagiaires (une centaine). Le SFODEM était destiné au départ à des professeurs ayant déjà suivi une formation de base sur les outils proposés. En fait, dans leur majorité, les professeurs inscrits sont plutôt novices, ce qui ne facilite pas l'expérimentation dans les classes des ressources proposées. Lors de la deuxième année d'expérimentation, des chartes [GUIN et al. 03] précisent les engagements des différents acteurs : les formateurs proposent des ressources en début d'année, les stagiaires s'engagent à les expérimenter et à en concevoir une ou deux pendant l'année.

3 Le modèle des ressources

Nous avons cherché à appliquer une démarche qualité pour la production des ressources pédagogiques pour en améliorer la qualité pédagogique, scientifique et technique. Pour ce faire, nous avons élaboré un modèle de ressources pédagogiques, adapté aux besoins des utilisateurs et qui rend compte de la diversité des ressources du SFODEM.

3.1 *Un modèle en réponse aux besoins des utilisateurs*

Nous présentons quatre acteurs (au sens du langage de modélisation UML [RUMBAUGH et al. 99]) pour définir les comportements des utilisateurs et leurs besoins en matière de modèle de ressource pédagogique. Bien sûr, ici, il ne s'agit pas de caractériser différents types d'utilisateurs de ressources, mais de préciser le rôle joué par le modèle pour chaque type d'acteur. Un même individu peut ainsi jouer le rôle de plusieurs acteurs.

- L'*auteur* de la ressource qui conçoit ou révisé la ressource ;
- le *médiatiseur* qui produit la forme exécutable de la ressource ;
- l'*utilisateur* de la ressource qui récupère des matériaux pédagogiques, les assimile et les adapte à ses besoins propres ;
- l'*expérimentateur* de la ressource qui évalue l'adéquation de la ressource à son activité pédagogique et qui propose, le cas échéant, des aménagements dans le scénario et les conditions d'usage de la ressource.

Pour l'*auteur*, le modèle permet une uniformité de conception analogue à celle d'une collection d'ouvrages et fournit la trame d'un guide de conception. Il constitue ainsi une aide. Le modèle permet aussi d'épurer, d'enrichir et d'homogénéiser les ressources existantes.

Pour l'*utilisateur*, le format unique facilite l'appropriation de la ressource. En effet, l'utilisateur retrouve d'une ressource à l'autre les mêmes rubriques, présentées dans le même ordre et surtout remplies dans le même esprit. Le modèle comporte également des méta-données destinées à l'indexation des ressources. Pour l'*utilisateur*, chaque ressource est ainsi documentée pour faciliter la recherche. Les méta-données spécifiées doivent correspondre aux critères de sélection pertinents pour les utilisateurs.

Pour l'*expérimentateur*, l'ajout dans le modèle de caractéristiques liées à l'usage (scénarios d'usage et comptes-rendus d'expérimentation) permet de faciliter l'exploitation et l'enrichissement des ressources car les scénarios d'usage permettent d'exprimer les variables d'expérimentation. Les ressources bénéficient de l'apport des expérimentateurs car ils rendent compte de leur exploitation des scénarios dans les comptes-rendus. L'intégration des usages dans le modèle permet ainsi d'obtenir des ressources vivantes.

Pour le *médiatiseur*, l'existence d'un modèle des ressources permet d'augmenter la productivité pour passer dans des phases opérationnelles. En effet, le *médiatiseur* dispose ainsi d'un format de ressources sémantiquement homogènes qu'il exploite pour automatiser la génération du code de la ressource. Ainsi sur le plan technique, en exploitant des fichiers sources XML, le *médiatiseur* pourra gérer plusieurs formes des mêmes fichiers à partir d'une source unique (avec des feuilles de style XSLT) : une version imprimable (format pdf ou postscript) et une version publiable sur le web (au format html). Compte-tenu de l'unicité du source, ces différentes versions des ressources seront aisément maintenables.

3.2 La démarche de conception du modèle

Nous avons élaboré un modèle des ressources pédagogiques du SFODEM. Pour ce faire, nous avons procédé par étapes successives. Le modèle a été établi de manière ascendante à partir des ressources, puis confronté aux normes en matière d'objets pédagogiques, enfin de manière descendante, proposé aux *auteurs* pour concevoir de nouveau leurs ressources en conformité. Les *auteurs* du SFODEM (les animateurs de l'IREM) ont ensuite expérimenté leurs ressources et explicité un ou plusieurs scénarios d'usage initiaux. Puis, ils ont demandé aux stagiaires en formation de jouer le rôle *d'expérimentateurs* pour tester les ressources. Le modèle est représentatif du premier ensemble de ressources, il en récupère les caractéristiques communes et les informations importantes. Il est enrichi par les types d'informations présentes dans les normes. Il est validé par l'appropriation du modèle par les auteurs et l'amélioration des ressources obtenues par l'application du modèle pour réviser les ressources. Enfin il est validé par sa mise en œuvre dans la conception de nouvelles ressources.

3.3 Le modèle des ressources pédagogiques

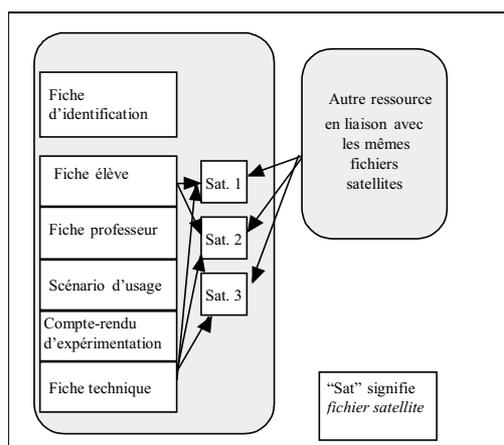


Figure 3. Structure d'une ressource du SFODEM

Une ressource pédagogique est formée de documents **indissociables** (figure 3).

La *fiche d'identification* donne un aperçu du contenu de la ressource (figure 4). Elle donne les caractéristiques principales de l'activité pour permettre à l'utilisateur de savoir s'il dispose des moyens matériels pour l'exploiter (rubriques *dispositif technique* et *modalité*), comment l'activité s'insère dans son cours (rubriques *mots-clés*, *objectifs pédagogiques généraux* et *niveau*) si la mise en œuvre lui convient (rubriques *type* et *description activité*). Il peut aussi la tester rapidement (rubrique *liste et description des fichiers*).

| | |
|-------------------------------------|--|
| Type : | <<indiquer le type d'activité pédagogique de la classe en jeu>> |
| Niveau : | <<indiquer ici le niveau scolaire où la ressource peut être exploitée>> |
| Mots-clés : | <<indiquer ici les mots clés significatifs se rapportant au domaine de connaissances>> |
| Objectifs pédagogiques généraux : | <<indiquer ici les objectifs généraux en matière de savoir et/ou de savoir-faire visé par l'activité en référence aux programmes officiels>> |
| Modalité : | <<indiquer ici les modalités générales de la mise en œuvre de l'activité en classe, par exemple la rétroprojection>> |
| Dispositif technique : | <<indiquer ici les moyens matériels et logiciels nécessaires à l'activité de classe>> |
| Liste et description des fichiers : | <<indiquer tous les fichiers de données, préciser leur type et une description du contenu des fichiers>> |
| Description activité: | << indiquer ici une description succincte du déroulement de l'activité>> |

Figure 4. La structure de la fiche d'identification

La *fiche professeur* permet à l'utilisateur de s'approprier les motivations pédagogiques de l'activité (figure 5).

| | |
|--|---|
| Programme officiel : | Compétences exigibles : <<indiquer ici les compétences exigibles en référence explicite à la rubrique du programme de la classe>> Commentaires : <<indiquer ici les commentaires en rapport avec le programme de la classe>> |
| Objectifs pédagogiques : | <<préciser ici les objectifs généraux présentés dans la fiche d'identification de la ressource>> |
| Pré-requis : | <<indiquer ici les pré-requis (savoirs et savoir-faire)>> |
| Intérêt : | <<indiquer ici comment l'activité proposée contribue aux objectifs pédagogiques >> <<indiquer éventuellement des liens vers des extraits de comptes-rendus d'expérimentations qui attestent de l'intérêt>> |
| Description de l'activité instrumentée : | <<préciser ici l'activité décrite dans la fiche d'identification en mettant en évidence le rôle des instruments. Insérer dans la description un lien vers <u>la fiche élève</u> et éventuellement vers <u>la fiche technique</u> >> |

Figure 5. La structure de la fiche professeur

Elle permet de rappeler et de préciser les objectifs pédagogiques (rubriques *programme officiel*, *objectifs pédagogiques*, *intérêt*) et les pré-requis. Elle précise la contribution des TICE à la réalisation des objectifs pédagogiques (rubriques *intérêt* et *description de l'activité instrumentée*).

La *fiche élève* donne à l'utilisateur un document à distribuer aux élèves pour présenter le déroulement et le contenu de l'activité.

La *fiche technique* sépare clairement les différents aspects de la mise en œuvre (figure 6). Elle facilite pour l'utilisateur l'appropriation technique de la ressource.

Dans sa description, les auteurs utilisent les fonctionnalités générales des logiciels plutôt que des fonctionnalités spécifiques. De cette façon, la ressource reste exploitable pour différents logiciels. Par exemple, la fiche technique sera utilisable pour différents logiciels de calcul formel (Maple, Mathematica,...) et renverra à un manuel utilisateur pour la mise en œuvre spécifique au logiciel.

| | |
|--------------------|--|
| Nom du fichier : | << indiquer ici le nom des fichiers nécessaires>> |
| Logiciel utilisé : | <<indiquer le logiciel et la configuration nécessaire >> |
| Description : | << indiquer une description générale de l'interaction utilisateur >> |
| Mode d'emploi : | <<indiquer le manuel utilisateur technique de la ressource>> |
| Documentation : | <<indiquer ici les liens vers les manuels utilisateurs, les logiciels exploités, les descriptions générales des dispositifs techniques>> |

Figure 6. Structure de la fiche technique

Les *scénarios d'usage* (figure 7) décrivent étape par étape le déroulement de l'activité en classe en indiquant pour chacune de ces étapes, la situation, la tâche à réaliser, sa durée, l'acteur qui la réalise et les outils et supports nécessaires.

| Scénario :<<indiquer ici les différentes phases du déroulement du scénario>> | | | | | |
|--|---|-------------------|---|--|------------------|
| Phase | Acteur | Description tâche | Situation | Outils et supports | Durée |
| 1 | <<indiquer l'acteur de la tâche : élève ou enseignant>> | | <<indiquer si l'activité est individuelle ou collective>> | <<indiquer les documents et dispositifs en insérant les liens utiles>> | <<durée en min>> |

Figure 7. Description d'un scénario d'usage

Les *comptes-rendus d'expérimentation* n'ont pas encore de format fixe. Pour l'instant, les données, relatives à la mise en œuvre des ressources, ont été recueillies à partir de questionnaires [GUIN et al. 03].

Nous avons, en outre, associé à chaque ressource des méta-données extraites du Learning Object Metadata (IEEE P1484.12 Learning Object Metadata Working Group, <http://ltsc.ieee.org>). Nous avons extrait un sous-ensemble du LOM permettant une première indexation des ressources pour sensibiliser les auteurs à ce besoin. Nous ne développerons pas ici cet aspect car notre effort principal a porté sur la structuration et la conception des ressources.

4 La mise en production

Pour l'écriture des ressources, nous avons fourni aux *auteurs* des documents (au format WORD) avec les grilles de description des différentes fiches de la ressource. Pour implémenter les ressources au format HTML, nous avons utilisé le logiciel EadGen, un logiciel de production de documents électroniques, développé au CNAM-LR [NANARD & NANARD 02]. Ce logiciel permet de transformer des

fichiers au format WORD marqués par des balises dans des fichiers au format XML. Ces derniers sont ensuite mis en forme via des feuilles de style XSL et transformés dans des fichiers HTML. Des transformations XSL analogues sont décrites dans [DAVID 01] pour générer des exercices d'auto-évaluation. Les documents produits sont complétés par des animations Flash pour simuler l'exécution des parties exécutables de la ressource et par les fichiers exécutables eux-mêmes. Cette démarche de mise en production permet d'obtenir des documents homogènes en termes de présentation et de contenu. De plus les liens entre les documents interactifs sont générés automatiquement à partir du balisage réalisé. Le cédérom que nous avons réalisé [GUIN et al. 03] rassemble des exemples des ressources réalisées avec EadGen selon le modèle décrit dans la section 3.

5 Discussion

Conformément à nos souhaits, la phase de révision des ressources existantes a provoqué une évolution importante des ressources. En particulier, l'ajout de *scénarios d'usage* apparaît comme une innovation majeure, voici, par exemple, les commentaires de deux formateurs [GUIN et al. 03] : *Les scénarios, à condition qu'ils soient réellement expérimentés en classe, peuvent apporter la preuve que l'activité proposée est effectivement réalisable. Cela peut donner confiance aux professeurs qui n'auraient pas l'expérience de l'intégration de l'outil informatique dans leur enseignement.*

L'évolution la plus importante est la décision d'inclure à chaque ressource un exemple de scénario. Si le risque existe de laisser croire que le scénario proposé est le seul possible, risque que l'on peut réduire en en présentant plusieurs, l'avantage essentiel est l'aide ainsi apportée à l'utilisateur en lui permettant d'anticiper, de mieux se mettre en situation de classe.

Le modèle de ressources permet de distinguer les niveaux technique et pédagogique. La rédaction de ressources indépendamment d'un logiciel particulier, fait apparaître les fonctions du logiciel de façon générique et non les actions de bas niveau. La figure 8 montre un exemple de l'évolution d'une ressource. Cette évolution favorise une prise de distance des concepteurs par rapport à l'outil. Elle favorise également pour les utilisateurs l'appropriation, la mutualisation et l'exploitation des ressources dans différents environnements technologiques et devrait faciliter l'intégration des TICE. Enfin, l'existence de *compte-rendus d'expérimentation* s'avère indispensable pour une révision des ressources en fonction des bilans et des suggestions des *expérimentateurs*. L'objectif est bien de constituer des ressources *vivantes*, enrichies par le retour d'expérience des *expérimentateurs*.

| Extrait d'une ressource 2000-2001 | Extrait d'une ressource 2001-2002 |
|---|--|
| Dans <input type="text" value="Y="/> , saisir l'expression des fonctions affines représentées par (KA) et (OB). On peut laisser disponibles les registres | a) Travail préliminaire papier/crayon pour obtenir l'équation des droites b) Mise en route de la calculatrice |

| | |
|---|--|
| <p>Y1...Y10 pour les propositions des élèves.</p> <p>Noter : le menu F4 √ permet de sélectionner et de désélectionner les fonctions qui seront tracées ; le menu F6 Style permet de repérer la représentation de la fonction qui est en train d'être saisie (passée en gras par exemple).</p> | <p>c) Saisir l'expression des fonctions affines représentées par (KM) et (ON).</p> <p>d) Régler la fenêtre graphique avec le zoom [standard].</p> <p>e) Déterminer les coordonnées du point d'intersection par le calcul et modifier la fenêtre pour mettre en évidence ce point dans l'écran graphique.</p> |
|---|--|

Figure 8. *Evolution d'une ressource*

L'idée que les ressources éducatives doivent pouvoir permettre d'échanger les points de vue des utilisateurs, être réutilisées et évoluer est également développée dans [DELESTRE 00] et [CONTAMINES et al. 02]. Cependant, pour une communauté de pratique telle que celle du SFODEM, à savoir des enseignants qui conçoivent des ressources et les expérimentent en classe, l'ingénierie pédagogique ne peut être réduite à la composition de matériels didactiques sur la base de briques réutilisables par des procédés d'agrégation automatique ou semi-automatiques [DELESTRE 00]. De même, l'utilisation de banques de ressources éducatives ne peut être un moyen de lever toutes les contraintes de conception didactique qui pèsent sur l'enseignant [CONTAMINES et al. 02]. L'objectif pourrait être au mieux de les réduire, car il ne faudrait pas sous-estimer le travail d'ingénierie didactique nécessaire à un enseignant d'une part pour l'appropriation personnelle d'une ressource, d'autre part pour articuler les différentes ressources disponibles sur un sujet donné et construire une nouvelle ressource adaptée à son propre usage.

Dans ce contexte, *l'approche instrumentale* issue de travaux d'ergonomie cognitive [RABARDEL 99], adaptée dans [GUIN & TROUCHE 01, § 3.1] pour analyser l'évolution du comportement d'un élève utilisant un EIAH, pourrait être intéressante aussi pour aborder la notion de ressource pédagogique, comme le suggèrent [CONTAMINES et al. 02]. Les ressources seraient alors considérées comme des instruments qui se construisent au cours du temps pour une communauté de pratique. Le modèle que nous avons présenté s'inscrit tout naturellement dans cette perspective, en particulier, les *scénarios d'usage* et les *compte-rendus d'expérimentation* devraient favoriser la mutualisation et l'évolution des ressources par le retour d'expérience au sein de cette communauté. Enfin, ce mode de production de ressources offre certaines garanties que ce soit sur le plan de la qualité des ressources pédagogiques créées que sur la *viabilité* de leur intégration dans les pratiques enseignantes.

Les pratiques des animateurs de l'IREM qui, au départ, écrivaient et réalisaient les ressources ont évolué. Nous avons dissocié les rôles *d'auteur* et de *médiatiseur* en confiant en septembre 2002 l'implémentation des ressources à une cellule technique. Ainsi, nous avons libéré les *auteurs* des problèmes de réalisation informatique pour leur permettre de centrer leurs efforts sur la conception didactique des ressources.

Nous obtenons une chaîne de production des ressources complète depuis l'analyse des données existantes, l'élaboration et l'application d'un modèle jusqu'à la production du support informatique. A moyen terme, nous devrions pouvoir utiliser avec EadGen notre propre schéma XML dérivé de notre modèle de ressource. Nous utilisons le langage XML pour structurer une ressource et lui associer des méta-données comme le présentent [de la PASSARDIERE & GIROIRE 01].

Le modèle a été conçu lors de la phase expérimentale du SFODEM. Nous observerons durant la phase opérationnelle du SFODEM (2002-2004) si ce modèle résiste à l'épreuve. Nous pensons qu'il devrait se stabiliser à l'issue de cette phase. De plus, bien que notre modèle ait été conçu à partir d'une communauté de pratique (enseignants du secondaire) et d'un domaine (intégration des TICE en mathématiques) spécifiques, nous espérons que la méthodologie élaborée au sein du dispositif SFODEM pourra être transférée à d'autres disciplines et d'autres communautés de pratique : cela reste, bien entendu, à vérifier.

6 Références

- [ABBOUD 94] ABBOUD M. L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement des mathématiques : symptôme d'un malaise, Thèse de doctorat, Université Paris VII, 1994.
- [ALLEN et al. 95] ALLEN R., WALLACE M., CEDERBERG J., « Preparing Teachers to Use Geometry Exploration Software », *Proceedings of the Seventh International Congress on Mathematics Education*, 1995.
- [ARTIGUE 98] ARTIGUE M., « Teacher Training as a key issue for the integration of Computer Technologies », in Tinsley D. & Johnson D.C. (eds) *Information and Communication Technologies in School Mathematics, IFIP*, 1998, Chapman & Hall, London, p. 121-130.
- [BOULLIER 00] BOULLIER D., « La loi du support : leçon de trois ans d'enseignement numérique à distance », *Les cahiers du numérique*, vol. 3, Hermès, Paris, 2000.
- [CONTAMINES et al. 02] CONTAMINES J., GEORGE S., HOTTE R., « Approche instrumentale des banques de ressources éducatives », à paraître dans *Sciences et Techniques Educatives*.
- [DAVID 01] DAVID J.-P., « Modélisation d'activités pédagogiques avec le langage XML », in Desmoulin C., Grandbastien M. & Labat J.-M. (eds), *EIAO'01, Sciences et Techniques Educatives*, vol. 8, Hermès, Paris, 2001, p. 176-177.
- [De La PASSARDIERE & GIROIRE 01] DE LA PASSARDIERE B., GIROIRE H., « XML au service des applications pédagogiques », in Desmoulin C., Grandbastien M. & Labat J.-M. (eds), *EIAO'01, Sciences et Techniques Educatives*, vol. 8, Hermès, Paris, 2001, p. 99-102.
- [DELESTRE 00] DELESTRE N., « La construction automatique de cours hypermedia adaptés à l'apprenant par agencement de briques élémentaires », *Actes de Ingénierie des Connaissances 2000*, Toulouse, 2000, p. 35-46.

- [DEPOVER & STREBELLE 96] DEPOVER C., STREBELLE A., « Fondements d'un modèle d'intégration des activités liées aux nouvelles technologies de l'information dans les pratiques éducatives », in Baron G.-L. & Bruillard E. (eds), *Informatique et éducation : regards cognitifs, pédagogiques et sociaux*, 1996, INRP.
- [GUIN et al. 00] GUIN D., DELGOULET J., SALLES J., « Formation aux TICE : concevoir un dispositif d'enseignement autour d'un fichier rétroprojetable », *Actes du colloque international EM2000, L'enseignement des mathématiques dans les pays francophones*, CDRom, 2002, IREM de Grenoble.
- [GUIN & TROUCHE 01] GUIN D., TROUCHE L., « Analyser l'usage didactique d'un EIAH en mathématiques, une tâche nécessairement complexe », in Desmoulins C., Grandbastien M. & Labat J.-M. (eds), *EIAO'01, Sciences et Techniques Educatives*, vol. 8, Hermès, Paris, 2001, p. 61-74.
- [GUIN et al. 03] GUIN D., JOAB M., TROUCHE L., « Suivi de Formation à distance pour les enseignants de Mathématiques », bilan de la phase expérimentale, CDRom, IREM de Montpellier, 2003.
- [NANARD & NANARD 02] NANARD M., NANARD J., « EadGen, un environnement ouvert de production en ligne basé sur XML et XSL-T », *Actes de TICE 2002*, Lyon, Novembre 2002, p. 157-165.
- [RABARDEL 99] RABARDEL P., « Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques », in Bailleul M. (ed), *Actes de l'Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques*, 1999, IUFM de Caen, p. 203-213.
- [RUMBAUGH et al. 99] RUMBAUGH J., JACOBSON I., BOOCH G. *The Unified Modeling Language Reference Manual*, Addison-Wesley, 1999.
- [TROUCHE 02] TROUCHE L., « Les calculatrices dans l'enseignement des mathématiques : une évolution rapide des matériels, des effets différenciés », in Guin D. & Trouche L. (eds) *Calculatrices symboliques, faire d'un outil un instrument du travail mathématique : un problème didactique*, 365 p., La Pensée Sauvage, Grenoble, 2002.
- [VIVET 91] VIVET M., « Usage des tuteurs intelligents : prise en compte du contexte, rôle du maître », in Baron M., Gras R. & Nicaud J.-F. (eds) *Actes des Deuxièmes journées EIAO*, Cachan ENS, 1991, p. 239-246.