

SFODEM¹ : Un dispositif de Formation à distance pour accompagner les enseignants dans l'intégration des TICE en mathématiques

Mme Dominique GUIN
IREM de Montpellier, associée LIRMM, Université Montpellier 2

Conférence au congrès ITEM, Reims 20, 21, 22 juin 2003

L'objectif de cette conférence est de présenter succinctement le dispositif SFODEM, un dispositif de formation mixte (en présence et à distance) pour les enseignants en mathématiques de l'Académie de Montpellier. Ce dispositif vise à accompagner les enseignants dans l'intégration des TICE. SFODEM est un projet de l'IREM de Montpellier réalisé avec le concours du CRDP, de l'IUFM, de la DAFPI (Rectorat) de Montpellier et du Ministère de l'Education Nationale (DT et DESCO). La phase expérimentale de ce projet a duré deux ans (de septembre 2000 à juin 2002) et la phase opérationnelle a débuté en septembre 2002.

Après avoir évoqué la genèse et les objectifs du SFODEM, nous présenterons succinctement le dispositif expérimental et sa mise en œuvre. Nous mettrons ensuite en évidence les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre qui ont conduit à faire évoluer ce dispositif pour la phase opérationnelle et évoquerons les perspectives qui peuvent être envisagées dans la continuité de ce projet. Enfin, nous donnerons la liste des différents ateliers et communications de ce colloque relatifs à SFODEM qui sont nécessaires pour appréhender le dispositif dans sa globalité et dont les compte-rendus peuvent être consultés sur ce site.

1. Genèse de SFODEM

L'IREM de Montpellier mène depuis plusieurs années des recherches sur l'intégration des TICE (Guin & Trouche 2002). Ces travaux, comme ceux d'autres recherches menées sur ce thème que nous évoquerons ultérieurement, mettent en évidence que l'intégration des TICE dans les pratiques professionnelles des enseignants reste encore marginale (l'on estime à moins de 15% la proportion d'enseignants qui intègrent les TICE dans leurs pratiques professionnelles). Comme l'a souligné John Monaghan (in Guin 1999), ce constat n'est pas spécifique à la France. Cependant il peut apparaître plus surprenant dans notre pays, compte tenu de la forte volonté institutionnelle en faveur des TICE qui s'est affirmée depuis une quinzaine d'années : elle s'est manifestée non seulement dans les programmes, mais également dans le soutien des innovations et recherches dans ce domaine.

Cette situation nous conduit naturellement à nous interroger sur les raisons de cette intégration marginale. Il s'avère que cette intégration nécessite non seulement une maîtrise technique des outils informatiques, mais surtout un renouvellement des pratiques professionnelles qui ne peut s'inscrire que dans la durée, car l'introduction

¹ Suivi de FOFormation à Distance

de ces outils dans la classe modifie profondément le rôle de l'enseignant. M. Artigue (1998) a montré l'importance décisive que peut avoir sur ce point la formation continue des professeurs en identifiant certains obstacles à l'intégration qui sont décrits dans (Chachoua ibidem).

Nous avons poursuivi ce questionnement dans le cadre d'une recherche collaborative des laboratoires DIDIREM, ERES, LEIBNIZ et LIUM qui portait sur l'analyse de plus de 600 articles, aux niveaux national et international, dont le thème était l'utilisation des TICE en mathématiques. Il s'est avéré (Collectif CNCRE 2000) que dans la plupart des recherches dans ce domaine, les hypothèses étaient souvent trop optimistes, elles s'appuyaient sur un postulat d'amélioration des apprentissages, plutôt que sur un réel questionnement. De plus, les difficultés d'intégration ont été largement sous-estimées et peu de recherches se sont réellement centrées sur l'enseignant.

Au départ du projet SFODEM, l'IREM de Montpellier disposait d'une base de ressources pédagogiques, d'un réseau des formateurs "TICE" ayant mené des expériences d'intégration isolées. Les dispositifs de formation proposés par l'IREM étaient classiques, le plus souvent réduits à des stages de trois jours disséminés au cours d'une année scolaire, même si M. Abboud (1998) a montré que ce type de stage est inadapté si l'on vise une intégration réelle des TICE, ce qui a été confirmé ultérieurement par les études de l'IREM (Guin 2001).

C'est dans ce contexte que l'IREM a conçu un dispositif de suivi de formation à distance, le SFODEM (Suivi de Formation à Distance des Enseignants de Mathématiques), visant à accompagner les enseignants dans *l'appropriation* et dans *l'expérimentation* de nouvelles *ressources pédagogiques*. Ce dispositif, qui s'intègre dans le plan de formation de l'Académie de Montpellier, va dans le sens des propositions du rapport sur la *rénovation du dispositif de formation des enseignants* remis au Ministre de l'Education Nationale, suggérant en particulier de "développer des dispositifs de formation à distance, utilisant les technologies de l'information et de la communication, articulant des ressources et des activités à distance et des regroupements" (Cornu & Brihault 2001).

2. Objectifs de SFODEM

L'objectif du SFODEM est de concevoir un *accompagnement continu* des enseignants dans leur effort pour intégrer les TICE au niveau de leurs pratiques quotidiennes, en instaurant des nouveaux modes de travail *collaboratif* entre tous les membres impliqués (pilotes, formateurs et stagiaires). L'hypothèse centrale est qu'un accompagnement dans l'appropriation et l'expérimentation de ressources pédagogiques peut aider les enseignants à franchir le passage critique à l'acte pédagogique.

L'idée de *scénario d'usage* (Vivet 91, in Baron & al 1991), qui vise à faciliter l'intégration dans la classe par les enseignants des logiciels éducatifs, est centrale dans

ce dispositif. Elle a déjà été exploitée dans le cadre de la formation continue (Laborde, in Guin 99 ; R. Allen & al, in Baron & al 1991) a créé aux USA un réseau évolutif d'enseignants pour la production de tels scénarios avant que la toile ne soit disponible. C'est de ce premier exemple de dispositif de formation, pensé dans la durée, que nous nous sommes inspirés dans le SFODEM.

Enfin, nous avons fait le choix de diversifier les thèmes de formation afin de dégager des invariants dans l'organisation de la formation à distance qui soient viables au delà des thèmes étudiés.

Le travail est essentiellement centré sur les ressources pédagogiques : il s'agit de faciliter la mise en œuvre dans la classe de logiciels (CABRI, GEOSPACE , EXCEL, DERIVE etc.) et de dispositifs (rétroprojection, calculatrices etc.) divers. Cela implique tout d'abord de faciliter la *recherche* d'une ressource (en conformité aux normes en vigueur) et l'appropriation de la ressource par l'utilisateur qui n'est pas en général l'auteur. Comment faciliter la *mutualisation* et la réutilisation des ressources ? Il faut pouvoir les adapter, les combiner, de plus, elles sont amenées à évoluer du fait qu'elles seront expérimentées : elles devraient donc régulièrement être *enrichies* par l'expérience des enseignants stagiaires et constituer ainsi des ressources vivantes au sein d'une *communauté de pratique*.

3. Présentation du dispositif expérimental

3.1. Cinq thèmes de formation

Les équipes de recherche de l'IREM abordent l'intégration des TICE sous différents angles (utilisation exclusive par le professeur d'une tablette de rétroprojection, équipement en calculatrices ou en ordinateurs portables d'une classe complète, utilisation du courrier électronique pour la résolution coopérative de problèmes, etc.). Chaque type d'intégration nécessite une *réorganisation* différente de la classe et induit des pratiques pédagogiques très diversifiées. Pour tenir compte de cette diversité, le SFODEM propose cinq thèmes de formation. Cette diversité des thèmes répond aussi à un autre objectif : dégager des *invariants* dans les modes de communication et d'organisation permettant de mettre en évidence les conditions nécessaires à la *viabilité* de ce type de dispositif dans d'autres contextes. Voici ces cinq thèmes :

Thème 1

La formation est centrée sur le numérique et l'algébrique et sur l'articulation de ces deux domaines : l'identification des obstacles épistémologiques liés à l'algèbre, le repérage des difficultés d'apprentissage des élèves (Girmens & al, in CFEM 2002), la recherche des conditions d'intégration des calculatrices, plus généralement des TICE en algèbre : par exemple, le logiciel PEPITE (Jean, Delozanne & Grugeon, in Baron & al 1997) et le logiciel APLUSIX (Bouhineau & al, in Desmoulin & al 2001).

Thème 2

La formation vise à identifier les conditions nécessaires à l'intégration des calculatrices graphiques et symboliques (Bernard & al 1997). Les formateurs enseignent d'ailleurs dans des classes expérimentales, dont tous les élèves sont pourvus de calculatrices complexes. L'objectif du thème 2 est la transposition des expériences d'intégration des classes expérimentales vers d'autres classes, transposition qui devrait être facilitée par la continuité des échanges.

Thème 3

La formation est centrée sur l'intégration de fichiers informatiques interactifs en rétroprojection dans la classe (Salles, in Guin 1999). L'intérêt de ce type de dispositif est qu'il permet une intégration de l'outil informatique dans des salles " ordinaires " ne disposant pas d'un équipement informatique lourd. Des *scénarios d'usage* (Guin, Delgoulet & Salles, in CFEM 2002), ont été proposés lors de stages de formation classiques, mais le bilan a fait apparaître un faible transfert vers la pratique quotidienne, faute d'*accompagnement* des enseignants.

Thème 4

La formation porte sur l'utilisation des TICE pour l'enseignement de la statistique. Ces recherches sont en phase avec le renouvellement des programmes de mathématiques, qui prévoient la simulation d'expériences aléatoires (IREM 2001 ; Fontana & Noguès 2002), l'estimation d'une caractéristique d'une population, la notion d'intervalle de confiance, l'ajustement des données statistiques à un modèle, la notion de corrélation. La formation proposée a pour objectif de familiariser les enseignants à la démarche de modélisation à partir de résultats empiriques observés, lors de simulations d'expériences aléatoires.

Thème 5

L'objectif fondamental de la formation proposée est de favoriser l'évolution des pratiques des enseignants autour de la résolution de problèmes ouverts, à partir d'un travail collaboratif à distance reposant sur la mise en réseau de plusieurs classes. La mise en situation des enseignants, dans le cadre de ce travail collaboratif, doit favoriser une évolution de leurs pratiques, à la fois dans leur classe et à l'intérieur des équipes pédagogiques de leurs établissements. La formation vise à identifier également les conditions favorisant, chez les élèves, une activité de recherche mathématique, comme, par exemple, les *narrations de recherche* (Sauter 1998).

Ces thèmes sont donc très variés sur le plan des outils informatiques qu'ils intègrent et des pratiques pédagogiques mises en œuvre. La question qui se pose est alors la suivante : peut-on penser un dispositif de formation et une structure de ressources commune à tous ces thèmes ?

3.2. L'organisation de la formation

Le dispositif SFODEM exploite les moyens de communication à distance les plus récents, puisqu'il s'agit de la plate-forme [Plei@d](#) (version 4) développée par le CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) des Pays de Loire. Cette plate-forme offre une présentation hiérarchique des contenus, une messagerie, et des possibilités de communication asynchrone (forum) et synchrone (chat lent).

La phase expérimentale du SFODEM s'est étendue de septembre 2000 à juin 2002. Les premières expérimentations réalisées dans le domaine de l'enseignement (Boullier 2000) ou de la formation professionnelle (Vasquez Bronfman 2000) à distance ont mis en évidence le rôle primordial de la *planification* et de la *régulation* dans la mise en œuvre d'un dispositif de formation à distance, surtout dans sa phase de conception. Cette planification et cette régulation s'effectuent essentiellement, pour le SFODEM, à partir d'interactions en présentiel et à distance, dans le cadre d'une *cellule de formation*. Cette cellule (figure 1) regroupe les pilotes (Dominique Guin, Michelle Joab et Luc Trouche), la responsable technique et les formateurs des cinq thèmes.

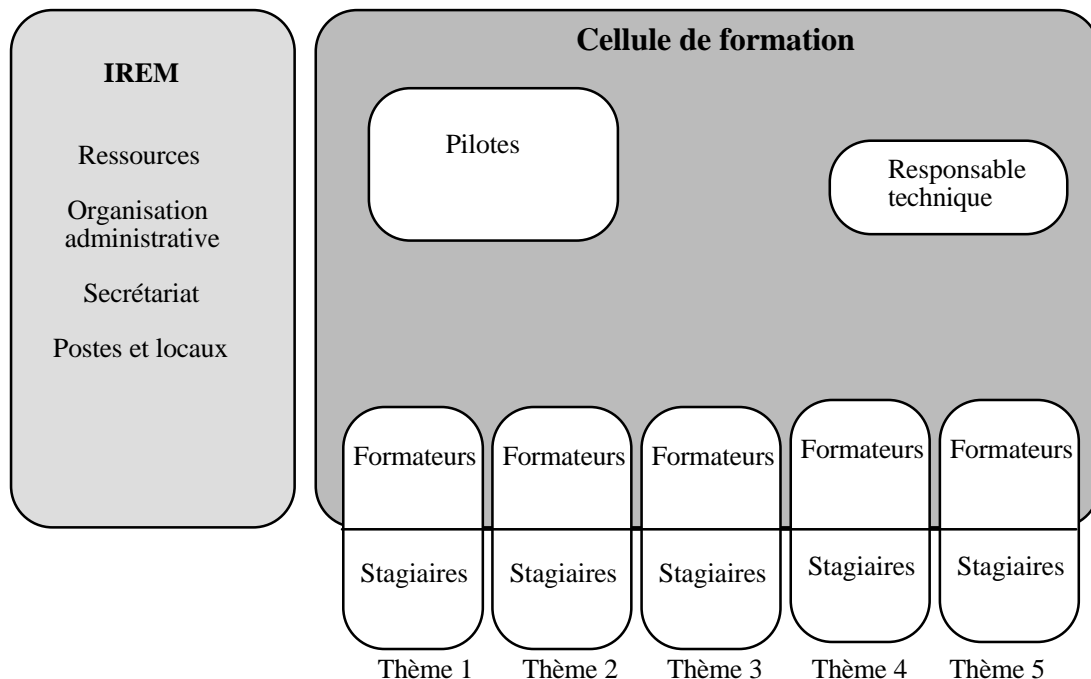


Figure 1. La structure du SFODEM

L'IREM met à disposition les ressources pédagogiques initiales, assure le secrétariat et fournit locaux et postes de travail. Les trois pilotes assurent collectivement le suivi scientifique du dispositif. La cellule de formation se réunit six fois par an. Chaque réunion est organisée à partir d'un *ordre du jour* et donne lieu à un *compte-rendu*, enfin la *feuille de route* établit le programme de travail jusqu'à la réunion suivante. Entre les réunions de la cellule, les communications et le travail commun aux différents thèmes se réalisent principalement par courrier électronique.

La réflexion, au sein de la cellule de formation, porte principalement sur deux points : l'organisation de la formation et la conception des ressources pédagogiques.

Ce suivi de formation s'adresse à des enseignants ayant bénéficié d'un stage d'initiation classique. La première année, 90 enseignants ont participé à cette formation (la seconde année 121, dont 33 réinscriptions), 14 (la seconde année, 19,) formateurs animent ce dispositif. La formation combine des journées en présentiel (trois séances en présentiel pour chaque thème) et des communications à distance.

La première journée permet de présenter le dispositif général SFODEM, la plate-forme [Plei@d](#) et ses principales fonctionnalités, les objectifs de formation spécifiques à chaque thème ; elle permet aussi d'organiser les modes de communication et de travail internes à chaque thème et de discuter un programme de réalisation.

Après la première réunion en présentiel, les formateurs de chaque thème mettent à disposition sur la plate-forme les premières ressources. Dans un premier temps, le choix est fait de limiter à 2 ou 3 le nombre de ressources par thème, afin de réduire la dispersion des travaux et de *renforcer les possibilités de communication* sur le *contenu* des ressources et sur *l'expérimentation* de celles-ci dans les classes des stagiaires.

La deuxième séance, à mi-parcours, a pour objectif de faire le point, de résoudre d'éventuelles difficultés techniques apparues, d'ajuster les modes de communication et réguler le travail commun, d'échanger sur les premiers bilans d'expérimentation et sur les nouvelles ressources en cours d'élaboration. La régulation est effectuée à partir des résultats des questionnaires, appelés *baromètres*, remplis par les stagiaires en présentiel ou à distance.

La dernière séance (mi-mai) permet de faire un bilan général de la formation et d'envisager les modifications susceptibles d'améliorer le dispositif ; l'ensemble des stagiaires des 5 thèmes se réunit alors pour une présentation des ressources et un échange général sur les productions et les modes de travail.

Les modes de travail internes aux différents thèmes ont été présentés dans les différentes communications et ateliers, liés à cette conférence, qui seront évoqués à la fin de cet article. En outre, une description détaillée figure dans (Guin, Joab & Trouche 2003). Il est certain que les différentes initiatives prises par les formateurs au sein de chaque thème ont contribué, grâce aux discussions de la cellule de formation, à définir certaines conditions nécessaires pour installer un travail collaboratif au sein de chaque thème.

3.3. Premières difficultés

L'organisation décrite précédemment suppose que la plate-forme fonctionne normalement (cela n'a pas été le cas lors de la première année d'expérimentation, ce qui a fortement perturbé la formation). Dans les périodes de dysfonctionnements, les échanges se sont souvent effectués par courriers électroniques.

La majorité des stagiaires n'avaient pas le profil requis pour la formation : leur maîtrise technique, que ce soit des logiciels ou de la communication, était faible. De plus, l'équipement informatique des établissements était souvent insuffisant ou *inaccessible* aux stagiaires.

De plus, il faut souligner que la participation à un tel dispositif implique :

- un *fort investissement personnel* pour les stagiaires, devant participer aux trois journées de présentiel, répondre aux sollicitations à distance (questionnaires, mel, forum, chat), expérimenter les ressources dans leurs classes et renseigner les “ compte-rendus d'expérimentation ” ;
- un *fort investissement personnel* pour les formateurs, devant participer aux six réunions de la cellule de formation, aux trois journées en présentiel, devant animer et réguler les interactions à distance et être des éléments moteurs dans le processus de conception et de réalisation de ressources.

Il s'est rapidement avéré nécessaire d'explicitier les engagements des différents acteurs du dispositif, afin que les individus puissent s'engager en connaissance de cause dans une structure qui nécessite une implication plus forte que les dispositifs traditionnels de formation. Quatre *chartes* ont été diffusées dès la première journée en présentiel de la deuxième année : la charte *pilotes*, la charte *formateurs* et la charte *stagiaires*. Une charte *établissement* a été envoyée aux établissements de chaque stagiaire pour que, dans la mesure du possible, ils mettent en place les conditions matérielles nécessaires pour permettre au professeur concerné de respecter ses engagements.

Les engagements respectifs des différents acteurs de ce dispositif ont conduit à une *remise en cause* profonde de leurs pratiques professionnelles, que ce soient pour les pilotes, formateurs ou stagiaires, puis une mise en place de nouveaux modes de travail basés sur une *participation active*, un *échancier strict* et une participation aux modes de communication et d'évaluation. Dans ce contexte, le passage à l'écrit s'avère incontournable pour les enseignants, ils doivent expliciter par exemple leurs choix didactiques, qui restent souvent *implicites* dans des modes de travail plus traditionnels. Par conséquent, l'évolution des modes de travail ne peut se réaliser qu'à moyen terme.

4. Le processus de conception et de production de ressources pédagogiques

Entre la première et la deuxième année d'expérimentation, les ressources réalisées dans le cadre du SFODEM ont beaucoup évolué, sur le plan de *l'indexation*, de la *structuration* et de *l'écriture*.

4.1 Indexation des ressources et métadonnées

La *mutualisation* des ressources pédagogiques nécessite de mettre en place une description commune. En effet, les enseignants qui mettent en œuvre les ressources pédagogiques n'en sont pas nécessairement les auteurs. Ils doivent trouver rapidement celles qui correspondent à leurs besoins et pour cela en appréhender le contenu, sans les lire in extenso. Ils doivent également disposer de leur mode d'emploi. Ils peuvent alors *adapter* une ressource à leurs besoins propres ou éventuellement composer une nouvelle ressource à partir de ressources existantes. Ils peuvent aussi *enrichir* une ressource existante de retours d'expérimentations. Il est nécessaire pour cela de prévoir un mécanisme d'indexation et de recherche adéquat. Pour ce faire, on associe des informations qui caractérisent la ressource pédagogique, nommées *métadonnées*, à la ressource elle-même (De La Passardière & Giroire, in Desmoulins & al 2001).

Pour que les ressources pédagogiques du SFODEM puissent être conçues dans cet esprit de *mutualisation*, les pilotes ont présenté aux formateurs du SFODEM, dès la mise en place du dispositif, des *normes* de ressources pédagogiques (LOM). Bien que Plei@d ne dispose pas d'un mécanisme de recherche élaboré, les pilotes ont proposé d'emblée d'associer aux ressources pédagogiques du SFODEM des métadonnées qui permettent leur indexation en conformité avec ces normes. Par extraction du LOM, une fiche d'identification des ressources du SFODEM a été constituée (cf. une instanciation de cette fiche, figure 2). Chaque ressource est ainsi documentée pour faciliter la recherche.

NUMERO DU THEME : 2	
1. Rubrique Général	
Titre	Équations de droites et systèmes linéaires
Description	Activité à réaliser en module ou classe entière avec un dispositif de rétroprojection. Triple objectif : mathématique (lien entre intersection de droites et systèmes), calculatrices (lien entre éditeur d'équation et application graphique), pédagogique (conjectures et démonstration).
2. Rubrique Cycle de vie	
Version	2

Contribution (Rôle, Entité, Date).	Auteur : C. F. Entité : IREM de Montpellier Date : Avril 2001.
3. Rubrique Technique	
Format	Acrobat reader 4.
Taille des données	104 KO.
Localisation	Thème 2 ; pédagogie ; TP Derive.
Configuration	Standard
4. Rubrique pédagogique	
Type de ressource	TP ou module à réaliser en seconde, comportant en particulier un énoncé et un scénario d'exploitation possible.
Contexte	Enseignement secondaire.
Niveau scolaire	Classe de seconde
Difficulté	Globalement 3, mais en fait graduée.
Durée standard	1 h en classe (peut être terminé à la maison).
Scénario proposé	En TP, recherche en binôme des élèves pendant 20 minutes, puis phase collective avec rétroprojecteur de 20 minutes ; dernière phase de recherche par binôme.
6. Rubrique annotation	
Appréciation	Pas de retour, sauf manifestation orale lors de la demi-journée de bilan d'un des stagiaires qui a trouvé la ressource intéressante, mais qui ne l'a pas expérimentée.
7. Rubrique contenu sémantique	
Discipline	Mathématiques
Sous discipline	Géométrie analytique.
Thème principal	Équation de droites et systèmes linéaires
Autres thèmes	Représentations de droites.
Objectif pédagogique	Développer un aller-retour entre des phases de conjectures et de vérification, démonstration. Exploiter la complémentarité d'une calculatrice symbolique rétroprojetée et des calculatrices graphiques des élèves.

Figure 2. La fiche d'identification d'une ressource

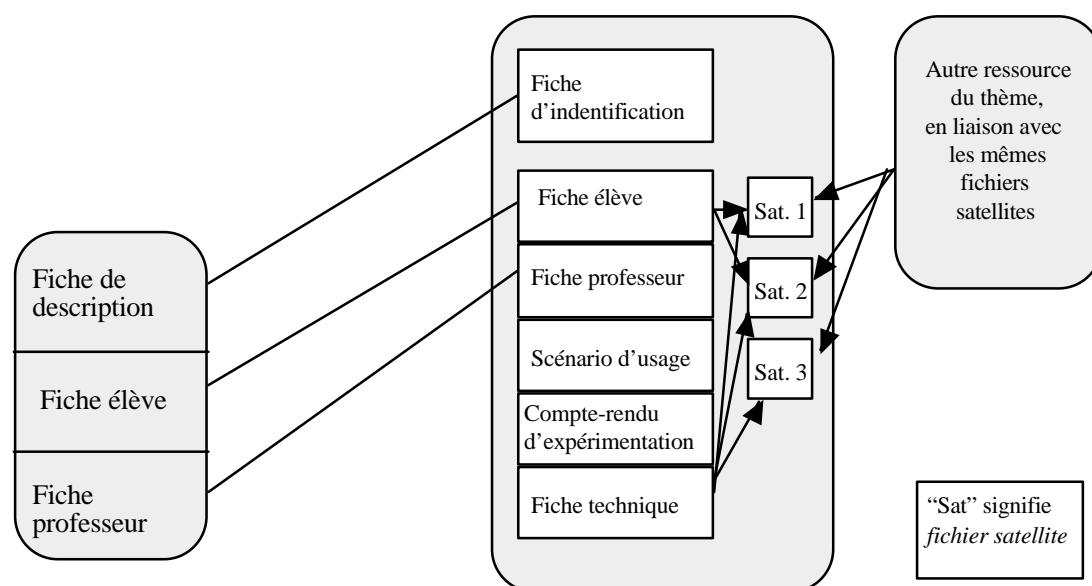
Les métadonnées spécifiées visent à faciliter la sélection par les enseignants de ressources pédagogiques. Il faut noter que cette réflexion sur l'indexation des ressources était fort peu présente dans les équipes de l'IREM avant le démarrage du projet SFODEM. Ce travail a contraint les auteurs à s'interroger simultanément sur la pertinence des TICE utilisées, sur l'adéquation des ressources avec les programmes scolaires et sur les objectifs généraux de l'activité proposée.

4.2 La structuration des ressources

Les ressources pédagogiques du SFODEM sont destinées aux enseignants. Elles sont conçues de façon à leur faciliter l'appropriation technique des outils, leur intégration disciplinaire et leur mise en œuvre dans les classes. À ces fins, un *modèle de structure* des ressources pédagogiques a été défini, de telle façon que l'enseignant retrouve d'une ressource à l'autre les mêmes rubriques, présentées dans le même ordre et surtout remplies dans le même esprit. Ce modèle a été élaboré par étapes, dans le cadre de la cellule de formation : il a été établi de manière *ascendante* à partir des ressources conçues par les formateurs puis confronté aux normes en matière d'objets pédagogiques, mais aussi de manière *descendante*, proposé aux formateurs pour concevoir leurs ressources en conformité au modèle. La méthodologie de construction du modèle peut être consultée dans (Joab, Guin & Trouche 2003).

Les formateurs du SFODEM ont ensuite expérimenté leurs ressources et explicité un ou plusieurs scénarios d'usage initiaux. Puis, ils ont demandé aux stagiaires en formation de tester les ressources. Le modèle récupère donc les caractéristiques communes et les informations importantes de l'ensemble initial de ressources. Il est *enrichi* par les types d'informations présentes dans les normes, puis *validé* par l'amélioration des ressources obtenues par application du modèle et par sa mise en œuvre dans la conception de nouvelles ressources par les stagiaires.

À l'issue de la première année, la composition d'une ressource pédagogique fait l'objet d'un consensus au sein du SFODEM. Une ressource pédagogique est formée de documents *indissociables* : outre la fiche d'identification, un *document élève*, un *document professeur*, des *scénarios d'usage*, une *fiche technique*, des *comptes-rendus d'expérimentation*, des *fichiers exécutable*s (fichiers Cabri ou Excel par exemple) et des *fichiers satellites*, éventuellement communs à plusieurs ressources, comportant des compléments théoriques ou techniques (cf. figure 3).



Format de la ressource 1
(correspondant au format 2000-2001
des ressources du thème 2)

Format de la ressource 2
(correspondant au format 2001-2002
des ressources du SFODEM)

Figure 3. *Évolution des ressources du SFODEM*

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 professeur* rappelle et précise 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 technique* sépare clairement les différents aspects de la mise en œuvre. 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, etc.) et renverra à un manuel utilisateur pour la mise en œuvre spécifique au logiciel.

- Les *scénarios d'usage* 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.

4.3 L'écriture des ressources

Le modèle de ressources permet ainsi 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 4 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 ainsi l'intégration des TICE.

Extrait d'une ressource 2000-2001	Extrait d'une ressource 2001-2002
<p>Dans Y=, saisir l'expression des fonctions affines représentées par (KA) et (OB). On peut laisser disponibles les registres 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 permet de repérer la représentation de la fonction qui est en train d'être saisie (passée en gras par exemple).</p>	<p>a) Travail préliminaire papier/crayon pour obtenir l'équation des droites</p> <p>b) Mise en route de la calculatrice</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 4 Evolution de l'écriture d'une ressource

Conformément aux attentes des pilotes, la phase de révision des ressources existantes a provoqué une évolution importante de ces ressources. En particulier, l'ajout de *scénarios d'usage* apparaît comme une innovation majeure ; voici, par exemple, les commentaires de deux formateurs :

“ 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 ”.

Cet enrichissement des ressources pédagogiques, constaté dans le SFODEM tout au long de la première année, est sans doute à mettre en relation d'une part avec le modèle proposé, d'autre part avec les nouveaux besoins d'explicitation de la mise en œuvre des ressources, nés du caractère à *distance* de la formation.

5. Quelques éléments de bilan de la phase expérimentale

Les questionnaires proposés à différents moments de l'expérimentation permettent de tirer un bilan du point de vue des établissements scolaires des stagiaires, du point de vue des stagiaires eux-mêmes et des formateurs. Ce bilan a été édité sous la forme d'un cédérom (Guin, Joab & Trouche 2003). Le dispositif d'évaluation y est présenté en détails ainsi que le traitement des données relatives à la phase expérimentale.

Ce cédérom comporte également de nombreux exemples de ressources réalisées par les stagiaires et les tuteurs de chaque thème conformes à la structure retenue (avec des animations permettant de les visualiser facilement), ainsi que des exemples d'évolution des ressources au cours de la phase expérimentale. Certaines de ces ressources peuvent aussi être consultées sur le site de l'IREM de Montpellier (www.irem.univ-montp2.fr, rubriques "ressources").

Parmi les 90 stagiaires de la première année, 33 se sont réinscrits pour la deuxième année (malgré les nombreux dysfonctionnements de la plate forme pendant cette première année), ce qui manifeste un intérêt certain pour ce type de formation. Leurs appréciations sur le dispositif SFODEM donnent des informations sur quelques aspects essentiels de l'expérience (ressources mises en ligne, intérêt des séances en présentiel, intérêt des outils de communication à distance).

Cependant, la valorisation du travail important réalisé par les stagiaires interne au dispositif SFODEM est certainement insuffisante : comme le soulignent tous les formateurs, une *valorisation institutionnelle* permettrait sans doute un investissement plus important de la part des stagiaires et un engagement plus ferme dans un travail qui s'inscrit nécessairement dans la *durée*.

De même, les témoignages des formateurs mettent en évidence l'évolution de leur métier. Ils soulignent les difficultés rencontrées pour réguler le dispositif d'évaluation et pour instaurer un travail collaboratif entre des stagiaires qui n'ont aucune expérience dans ce domaine. Les réflexions et discussions de la cellule visant à surmonter ces difficultés se sont appuyées simultanément sur les travaux existant en matière de travail collaboratif (Dillenbourg 1999) et sur les pratiques de formation développées au sein des thèmes 1 & 5. En effet, les formateurs de ces thèmes ont réussi à instaurer une culture commune et une dynamique de groupe nécessaires au bon fonctionnement de ce dispositif de formation.

Enfin, le rôle de "*compagnon*", c'est-à-dire de *partenaire* dans un processus d'accompagnement, n'est pas aisé à gérer de la part des formateurs confrontés, eux aussi à une *rupture* avec les pratiques de formation classique. Tous ces témoignages, disponibles sur le cédérom, donnent une idée de l'intérêt du dispositif pour l'évolution

des pratiques professionnelles, elles donnent aussi la mesure des difficultés et du chemin qui reste à parcourir pour la phase opérationnelle.

6. Le passage à une phase opérationnelle du dispositif

L'ajustement des modes de fonctionnement que nous avons réalisé durant cette phase expérimentale nous permet d'envisager la phase opérationnelle avec confiance. Cependant, rappelons deux conditions nécessaires à la réussite de ce projet :

- d'une part, l'*équipement* indispensable des *professeurs de mathématiques* et des *établissements* (la CREM, Commission de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques, suggère ainsi la création de *laboratoires de mathématiques* (Kahane 2002)) ;
- d'autre part, la *stabilité institutionnelle* de ce dispositif, actuellement tributaire de moyens attribués essentiellement au niveau académique et par conséquent remis totalement en question au début de chaque année scolaire.

En septembre 2002, le dispositif SFODEM est passé à une phase opérationnelle, pour les trois thèmes qui avaient développé un réel travail collaboratif en liaison avec la cellule de formation et leurs stagiaires. Le dispositif devra certainement encore évoluer. Le métier de formateur est à construire dans le domaine de la formation à distance : nous avons observé durant la phase expérimentale que cette distance doit être compensée par une *organisation dans le temps* soigneusement structurée. Force est de constater que, durant cette phase expérimentale, la mise à jour de la *mémoire de travail* par écrit des différents thèmes était encore embryonnaire et que le passage à l'écrit, pourtant incontournable dans ce contexte, rencontre des résistances importantes parmi formateurs et stagiaires, sans doute parce qu'il contraint à *explicitier* des conceptions et des choix qui restent le plus souvent implicites.

Les modes de *communication* et de *collaboration* entre les différents acteurs du projet doivent être également repensés en réfléchissant à des protocoles de communication plus structurés et plus efficaces. Les formateurs doivent donc nécessairement préciser quel rôle spécifique ils souhaitent assigner à chaque fonctionnalité dans le travail interne à chaque groupe et structurer les échanges de manière plus opérationnelle. Force est de constater que, durant la phase expérimentale, les fonctionnalités de la plate-forme, telles que forum et chat lent, n'ont pas pu être exploitées de manière efficace dans la communication avec les stagiaires, même si elles ont été testées. L'expérience acquise par les formateurs du thème 5 dans ce domaine devrait pouvoir être transférée aux autres thèmes.

S'il est certain que l'évolution du dispositif la deuxième année, a permis d'améliorer de manière significative le fonctionnement de la formation pour tous les thèmes, il faudra certainement continuer à faire évoluer les *rôles* des différents

acteurs du projet : informaticiens, didacticiens, formateurs, responsables de la plateforme. Dans cette perspective, les *chartes* ont été complétées et la structure du dispositif repensée : elle s'enrichit d'une *cellule de soutien technique* chargée d'aider les différents thèmes à développer leurs ressources électroniques. Ainsi, nous avons libéré les auteurs des problèmes de réalisation informatique pour leur permettre de centrer leurs efforts sur la *conception didactique* des ressources. Cette cellule met également en œuvre des techniques facilitant la maintenance et la réutilisation des ressources. En outre, un *coordonnateur* est chargé de favoriser les échanges entre les différents thèmes, les pilotes et la cellule de soutien technique.

Dans cette phase plus opérationnelle, une réflexion s'impose pour que la cellule de formation trouve des moyens efficaces pour instaurer un *climat de confiance* entre les stagiaires, valoriser leur travail, puis *maintenir*, dans la communication à distance, leur *motivation* et leur *engagement*. Certaines pistes ont été mises en évidence dans la phase expérimentale, mais l'effort doit être poursuivi dans la phase opérationnelle. Cependant, rappelons que la *rupture* que constitue ce type de fonctionnement par rapport aux pratiques enseignantes est si importante que la *viabilité* de cette organisation ne pourra s'évaluer que sur le moyen terme.

La réflexion sur la description des ressources pédagogiques évoluera encore en interaction avec les recherches qui se développent actuellement au niveau européen pour une normalisation, mais nous pensons que le noyau essentiel a été mis en évidence au cours de la deuxième année de cette phase expérimentale. A l'issue de la première année de la phase opérationnelle, même si les données recueillies n'ont pas encore été exploitées, nous avons pu observer une amélioration sensible dans le fonctionnement de la formation. La structure des scénarios d'usage et des compte-rendus d'expérimentation est sans doute encore appelée à évoluer pour améliorer encore nos ressources pédagogiques. Ces documents sont essentiels pour constituer des *ressources vivantes*, c'est-à-dire des ressources qui évoluent *par et pour* leurs utilisateurs.

7. Perspectives

L'IREM de Montpellier a lancé en septembre 2002 un nouveau dispositif expérimental, la FODESIT (FOrmation à Distance des Enseignants du Supérieur à l'Intégration des Technologies). L'objectif de ce dispositif, encore en germe, est de proposer aux enseignants exerçant dans les premiers cycles universitaires un travail sur la conception et l'expérimentation de ressources pédagogiques intégrant des TICE, en commençant par deux thèmes liés aux mathématiques :

1. L'intégration des logiciels de calcul formel ;
2. L'enseignement de la statistique dans un contexte de modélisation et de simulation.

Il s'agit de développer, à terme, une formation continue actuellement insuffisante au niveau de l'enseignement supérieur et d'accompagner une intégration des TICE pour le moment marginale. Ce dispositif devrait utiliser les résultats du SFODEM pour la méthode de conception des ressources et l'organisation des dispositifs de communication et de travail, ainsi que les ressources actuellement disponibles sur le web. La première phase de mise en place de ce dispositif s'étend sur deux ans.

D'autres dispositifs peuvent être envisagés pour d'autres communautés d'enseignants (formation initiale, vacataires etc.) en France et dans d'autres pays susceptibles d'être intéressés, comme le Sénégal qui s'est récemment engagé dans un projet analogue.

8. Communications et ateliers du colloque liés à SFODEM

- Communication 33 : Quels contenus et quelles conditions pour réaliser une FOAD des enseignants dans le cadre de l'algèbre ?
- Atelier A12 : FOAD, calculatrice et calcul formel ;
- Communication & Atelier 24 – 2 : Simulation de l'urne d'Ehrenfest ;
- Atelier A05 : Expérimentation et construction coopératives de ressources utilisant des fichiers interactifs en rétroprojection ;
- Atelier A02 : Résolution collaborative à distance de problèmes ouverts.

9. Conclusion

A un moment de foisonnement et de dispersion des ressources pédagogiques sur la toile, les recherches, comme celles réalisées dans le cadre du SFODEM, sur la réalisation de ressources pédagogiques vivantes, répondant à des critères de qualité, sont certainement importantes. Elles le sont pour l'évolution des pratiques professionnelles des enseignants, elles le sont aussi pour le développement du réseau des IREM, pour lequel la production de ressources constitue une activité essentielle.

Les recherches sur le *travail collaboratif* et les *banques de ressources éducatives* n'en sont cependant qu'à leur début et sont très certainement appelées à se développer dans les années futures. Nous espérons que l'expérience du SFODEM et le bilan qui en a été tiré pourront contribuer à ce développement.

REFERENCES

Articles

ABBOUD M. 1998. *Réflexions sur la formation des enseignants à l'utilisation de logiciels dans leur enseignement*, in Faire des mathématiques avec un système de calcul formel (Hirlimann ed), MEN et DESco, CRDP de Champagne-Ardennes.

ARTIGUE M. 1998. *Teacher Training as a Key Issue for the Integration of Computer Technologies*, in IFIP. 1998. *Information and Communication Technologies in School Mathematics*, Chapman & Hall, pp.121-130.

BARON M., GRAS R. & NICAUD J.-F. (eds) 1991. *Deuxièmes journées EIAO de Cachan*, Editions de l'ENS de Cachan.

ALLEN R., CEDERBERG J. & WALLACE M., *L'intégration de l'ordinateur dans l'enseignement de la géométrie par le développement et l'utilisation de scénarios*, 33-44.

VIVET M. *Usage des tuteurs intelligents : prise en compte du contexte, rôle du maître*, 239-246.

BERNARD R. & al. 1997. *L'intégration des calculatrices dans la formation initiale des maîtres, rapport de recherche IUFM-MAFPEN*, IREM de Montpellier.

BOULLIER D. 2000. *La loi du support : leçons de trois ans d'enseignement numérique à distance*. Les cahiers du Numérique, n°3, Editions Hermès.

CFEM. 2002. *L'enseignement des mathématiques dans les pays francophones au XXIe siècle et ses perspectives pour le début du XXIe siècle*, Actes du colloque EM 2000, cédérom, Grenoble.

GIRMENS Y., PELLEQUER S. & SECO M. *L'apprentissage des règles en algèbre*.

GUIN D., DELGOULET J. & SALLES J. *Formation aux TICE : concevoir un dispositif d'enseignement autour d'un fichier rétroprojectable*.

Collectif CNCRE. 2000. *De l'analyse de travaux concernant les TIC à la définition d'une problématique de leur intégration dans l'enseignement*, IREM de Paris VII.

CORNU B. & BRIHAULT J. 2001. *Pour une rénovation du dispositif de formation des enseignants*, Rapport au Ministre de l'Education Nationale, MEN.

DESMOULINS C., GRANDBASTIEN M. & LABAT J.-M. 2001. *EIAO'01*, Sciences et Techniques Educatives, vol 8, Editions Hermès.

BOUHINEAU D., NICAUD J.-F., PAVARD X. & SANDER O. *Un micromonde pour aider les élèves à apprendre l'algèbre*, pp. 33-47.

De La PASSARDIERE B. & GIROIRE H. *XML au service des applications pédagogiques*, pp. 99-112.

DILLENBOURG P. 1999. *What do you mean by "collaborative learning" ?* in P. Dillenbourg (ed), *Collaborative learning : Cognitive and computational approaches*, Oxford : Elsevier, pp.1-19, <http://www.lille.iufm.fr/labo/seminaire/rapport/seminaire.html>

FONTANA J. & NOGUES M. 2002. *Simulation et modélisation*, Repères-IREM (46), pp. 39-50.

GUIN D. 1999 (ed). *Actes du colloque Calculatrices symboliques et géométriques dans l'enseignement des mathématiques*, IREM de Montpellier.

LABORDE C. *Vers un usage banalisé de Cabri-Géomètre avec la TI-92 en classe de seconde : analyse des facteurs de l'intégration*, pp.79-113.

MONAGHAN J. *Les enseignants et la technologie*, pp.159-163.

SALLES J. *TI-92 rétroprojectée, outil d'aide à l'introduction d'une notion, à la conjecture, à la découverte de propriétés, ... à partir de figures de base*, pp. 227-238.

GUIN D. 2001. *Intégration des outils de calcul symbolique dans l'enseignement des mathématiques : comment concevoir une formation mieux adaptée ?* Actes de l'Université d'été, *Le métier d'enseignant de mathématiques au tournant du XXIème siècle*, APMEP, vol. 133, pp. 77-93.

GUIN D. & TROUCHE L. 2002. *Calculatrices symboliques, faire d'un outil un instrument du travail mathématique : un problème didactique*, Editions La Pensée Sauvage, Grenoble.

GUIN D., JOAB M. & TROUCHE L. 2003. *SFODEM, bilan de la phase expérimentale*, cédérom, IREM de Montpellier.

IREM. 2001. *Des statistiques à la pensée statistique*, IREM de Montpellier.

COMBES M.-C., LACAGE M., RAVIER J.-M., ROUX F. & SALLES J. *Le jeu de Franc-Carreau, expérimentation et simulation*, pp. 133-143.

JANVIER M. *Des ressources sur l'Internet pour enseigner la statistique*, pp. 201-216.

JOAB M., GUIN D., TROUCHE L., 2003, Conception et réalisation de ressources pédagogiques vivantes, des ressources intégrant les TICE en mathématiques, in Desmoulins C., Marquet P. & Bouhineau D., Actes du colloque EIAH 2003, Strasbourg, pp. 259-270.

JEAN S., DELOZANNE E. & GRUGEON B. 1997. *Conception, réalisation et évaluation d'interface en EIAO, l'exemple de PEPITE*, in Baron M., Mendelsohn P. & Nicaud J.-F. (eds), EIAO'97, Sciences et Techniques Educatives, Editions Hermès, pp. 37-48.

KAHANE J.-P. 2002. *L'enseignement des sciences mathématiques*, Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques, CNDP & Odile Jacob.

SAUTER M. 1998. *Narrations de recherche : une nouvelle pratique pédagogique*, Repères-IREM (30), pp. 9-21.

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, vol 7, n°1, Editions Hermès, pp. 227-243.

Sites

APLUSIX <http://aplusix.imag.fr>

Edix est un logiciel d'aide à la résolution d'exercices d'algèbre

IREM de Montpellier <http://www.irem.univ-montp2.fr>

Dans la rubrique " ressources ", un extrait des ressources SFODEM

LAMIA <http://www.lille.iufm.fr/labo/prologlabo.html>

Laboratoire Multimédia, Informatique et Apprentissage de l'IUFM de Lille

LOM <http://grouper.ieee.org/p1484>

MATHENPOCHE <http://mathenpoche.sesamath.net>

MathEnPoche est un logiciel destiné à aider les élèves sur toutes les notions exigibles du collège par l'intermédiaire d'exercices interactifs couplés à des aides animées

PEPITE <http://pepите.univ-lemans.fr/>

Diagnostic de compétence en algèbre élémentaire

PLEI@D <http://centre.pleiad.net/>

Plate-forme de télé formation du CNAM des Pays de Loire

PUBLIREM <http://www.univ-irem.fr/index.php>

Moteur de recherche des ressources pédagogiques des IREM

TABLEAU VIRTUEL

<http://tableauvirtuel.com>

Le site propose au téléchargement des animations (Power-Point, Géoplan, Géospace, Virtual basic, Flash) utilisables en classe avec un système de projection