

*Le bel article qu'Éliane Cousquer propose ici met l'accent sur un aspect essentiel (et souvent méconnu) des nouvelles technologies : elles sont en train de bouleverser (sans qu'on y prenne garde) les formations initiale et continue des enseignants, ainsi que leurs pratiques quotidiennes. Encore minoritaire, le travail « collaboratif » permet à ceux qui le pratiquent, de sortir de leur isolement. Ils ont la possibilité de partager, au travers de multiples réseaux, leurs réussites et leurs difficultés, de mettre en commun leurs ressources, leurs idées, leur imagination et leurs compétences. L'article s'appuie sur des expériences en cours depuis plusieurs années : il ne s'agit pas de prospective fumeuse, mais de pratiques déjà actuelles. La technique est mise au service d'un projet profondément humain.*

*Cet article jette sur les TICE une lumière neuve qui, je l'espère, va contribuer à l'évolution des mentalités : loin d'être un piège, les TICE ainsi pratiquées, peuvent ré-enchanter le métier d'enseignant.*

G.Kuntz (g.kuntz@libertysurf.fr)

## Travail collaboratif en mathématiques au L.A.M.I.A. (\*) Éliane Cousquer (\*\*)

*J'enseigne à mi-temps à l'Université des Sciences et Technologies de Lille (U.S.T.L.) et à mi-temps à l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres (I.U.F.M.) du Nord-Pas-de-Calais. Engagée dans la création de modules de mathématiques dans le cadre du programme national « Université en Ligne », je suis responsable mémoire en mathématiques et je dirige le laboratoire L.A.M.I.A. à l'I.U.F.M. On verra l'évolution du travail d'Intégration des Technologies d'Information et de Communication dans l'Enseignement (T.I.C.E.) en formation des maîtres, l'apport du travail collaboratif<sup>(1)</sup> pour les enseignants, en particulier en mathématiques.*

*Ce papier présente aussi une aventure collective de formateurs en mathématiques et l'enrichissement personnel vécu par chacun. Il sera rythmé par ses étapes principales. Les références institutionnelles alterneront avec les initiatives prises par des réseaux d'enseignants de mathématiques du Nord. Des prises de position face aux problèmes de l'Éducation nationale n'engagent bien entendu que moi, auteur de ce texte.*

### **Pourquoi un laboratoire multimédia, le L.A.M.I.A. ?**

#### **Le Centre de Ressources pour l'Enseignement et l'Aide en Mathématiques**

Tout est parti de formateurs engagés dans la direction des mémoires. Certains groupes de professeurs stagiaires se voient attribuer pour leurs stages en responsabilité des classes très difficiles. Un groupe de directeurs de mémoires dont

(\*) Laboratoire Appliqué Multimédia, Informatique et Apprentissage à l'I.U.F.M. du Nord-Pas-de-Calais.

(\*\*) Eliane.Cousquer@univ-lille1.fr. U.S.T.L. et I.U.F.M. du Nord-Pas-de-Calais.

(1) Nous expliquerons en dernière partie la distinction que nous faisons entre les mots coopération et collaboration qui ici peuvent être, dans une première approche, considérés comme équivalents.

une grande partie sont dans des établissements difficiles lancent en 1996, un séminaire mémoire dit « Gestion de classe » et le CREAM (Centre de Recherche Et d'Aide en Mathématiques). Le souci des membres de cette équipe est d'apporter en priorité une aide aux stagiaires qui ont problèmes. Le CREAM a pour but de proposer pour les stagiaires P.L.C.2<sup>(2)</sup> des situations pédagogiques riches et diversifiées, susceptibles d'intéresser même des élèves réputés difficiles, de favoriser ou renforcer la compréhension du contenu d'enseignement, d'aider les enseignants à repenser leur rapport au savoir, du point de vue de sa genèse et de sa construction plutôt que de sa transmission comme produit. La rédaction des modalités d'un cours novateur dispensé au collège ou au lycée donne lieu à un travail personnel du formateur, soumis à la critique de l'ensemble des membres du CREAM, réunis une fois par mois. Ce travail est souvent ré-expérimenté en classe, amendé et largement commenté. Ces commentaires qui figurent sur le site Web du CREAM<sup>(3)</sup> contribuent à étoffer la réflexion pédagogique. Pour garantir la clarté et la lisibilité du contenu de chaque séquence, la mise en forme est standardisée. L'équipe partage ces exigences de variété au sein et en dehors de leur discipline. En lien avec les séquences, sont disponibles en histoire des mathématiques des articles de vingt à trente pages<sup>(4)</sup>, présentant pour les jeunes enseignants, l'histoire de notions importantes qu'ils ont à enseigner. L'essor des travaux croisés a favorisé le travail transdisciplinaire français-mathématiques. De nombreuses séquences ont été proposées dans des classes de R.E.P. et ont sensibilisé des élèves, pourtant en grande difficulté, à un aspect des mathématiques qui ne les a pas rebutés. Ce centre était conçu d'abord comme une bibliothèque papier, mais le travail fait dans le domaine multimédia au sein d'*Université en Ligne* a ouvert une autre perspective, un site Web qu'une collègue historienne<sup>(5)</sup>, spécialiste du multimédia nous a aidé à concevoir. Le succès du travail engagé par cette équipe a conduit en 1998 à la formation d'un laboratoire de création multimédia interdisciplinaire, le L.A.M.I.A., dans le cadre de l'I.U.F.M.

### **Les technologies d'information et de communication au service de la formation des enseignants**

Les autorités politiques se sont mobilisées ces dernières années en ce qui concerne l'utilisation des technologies de l'information et de la communication pour l'éducation, (T.I.C.E.). Un appui financier très important, souvent avec des fonds européens, a été apporté pour équiper des universités, des écoles primaires et des établissements secondaires. Ainsi, l'I.U.F.M. du Nord-Pas-de-Calais a reçu des fonds importants, ses centres locaux sont maintenant bien équipés ; une opération a été lancée à l'initiative du Recteur pour équiper des établissements d'ordinateurs connectés à un réseau et à l'Internet et de salles appelées les *classes pupitres*. Globalement, l'équipement des établissements progresse assez vite. Beaucoup de colloques sont organisés à différents niveaux pour les personnels de gestion et les enseignants. Un portail national pour la visibilité des ressources pédagogiques sur

(2) Professeurs de Lycées et Collège, stagiaires de deuxième année en I.U.F.M.

(3) <http://www.lille.iufm.fr/labo/cream/entree.html>

(4) dont beaucoup correspondent à mon cours aux P.L.C.2.

(5) Anne Midenet.

Internet a été créé pour l'enseignement primaire et secondaire<sup>(6)</sup> et un autre pour l'enseignement universitaire<sup>(7)</sup>. Chaque site rectoral incite les collègues à « mutualiser » les ressources pédagogiques. Cependant le matériel ne suffit pas. L'essentiel est la formation et l'engagement des collègues.

Les nouveaux outils (hypertextes, hypermédias, animations, réalité virtuelle, ...) ont été développés avec d'autres buts que la formation, en particulier pour l'accessibilité sur Internet à beaucoup de données. Ils présentent un grand intérêt pour la formation, en permettant beaucoup plus de liberté dans les parcours de formation et une initiative plus grande de l'apprenant. La réflexion sur l'utilisation de ces techniques pour la formation en est toujours à une première étape, mais on peut retenir de la recherche sur les pratiques quelques idées fortes.

Les systèmes basés sur la connaissance exigent un travail d'élaboration considérable. Pour être utiles, ils doivent être intégrés dans la formation et non pas juxtaposés. Pour être pleinement efficaces, ils doivent favoriser une utilisation active des hypermédias par l'apprenant pour résoudre des problèmes ou faire des travaux personnels. Si la création est le fait d'une minorité d'enseignants, la pleine intégration exige l'intérêt et l'adhésion de beaucoup d'enseignants, et cette adhésion ne peut pas être obtenue immédiatement. Rien ne sera fait sans les enseignants et des discours des technocrates disant que ces technologies et les ordinateurs peuvent remplacer les enseignants ont un effet très négatif. La question n'est pas de diminuer le rôle des enseignants, ni même, idée absurde, de les remplacer par des systèmes multimédias, mais de permettre un travail plus riche et plus intéressant et un développement d'interactions entre enseignants et enseignés.

### **Le laboratoire L.A.M.I.A.**

Ces idées ont motivé la création d'un laboratoire dans l'I.U.F.M. Le point essentiel est que la création d'outils intègre l'état de la recherche en didactique et en psychologie cognitive et la connaissance des expériences qui sont menées dans d'autres pays<sup>(8)</sup>. La direction de l'I.U.F.M. a permis cette création en finançant l'équipement de cinq ordinateurs assez puissants pour faire du développement. Le laboratoire a été créé en septembre 1999, sa composition a varié depuis et il est animé par des enseignants<sup>(9)</sup> y travaillant à plein temps ou à temps partiel : un enseignant d'arts plastiques spécialiste en vidéo et en créations d'images, une d'histoire, un de technologie, deux de SVT, deux de mathématiques. J'assume la moitié de mon service pour la direction du laboratoire et mon enseignement à l'I.U.F.M.

---

(6) <http://www.educanet.education.fr>

(7) <http://www.educasup.education.fr>

(8) voir par exemple IEEE, Journal de « International Educational Technology and Society » de juillet 2000. [http://ifets.ieee.org/periodical/vol\\_3\\_2000/v\\_3\\_2000.html](http://ifets.ieee.org/periodical/vol_3_2000/v_3_2000.html)

(9) S. Evrard, A. Midenet, J.-Y. Jeannas, Y. Szymzack, Y. Lévêque, P.-A. Caron, A. Vangheluwe, E. Cousquer.

### Le rôle du L.A.M.I.A.

Les tâches du laboratoire ont été définies dans sa charte<sup>(10)</sup> et enrichies depuis. Elles consistent à mener des activités de recherche et de développement dans le domaine de l'utilisation d'outils multimédia et des technologies de l'information et de la communication, par la création de synergies entre les capacités existantes dans l'I.U.F.M. et dans l'académie et par la création de nouvelles compétences. À côté de tâches de veille technologique, de soutien et de formation de collègues engagés dans la production, chacun des membres du laboratoire est engagé dans la création de dispositifs d'introduction des T.I.C.E. et de produits innovants dans leur propre champ. Les tâches d'analyse des effets possibles des outils multimédia sur les pratiques d'enseignement, des stratégies et des processus d'étude, des appropriations de connaissances qu'ils permettent commencent après une première phase consacrée entièrement à la création. Un séminaire transversal aux groupes de travail thématiques et (ou) disciplinaires a pour tâche de capitaliser la réflexion. En 1999-2000 le thème « *Comprendre les Environnements interactifs d'apprentissage par ordinateur* » avait pour but d'aider à constituer un langage commun entre les participants par un travail sur les apports de la psychologie cognitive. Depuis, le travail est centré sur « *Le travail collaboratif et la cognition distribuée* »<sup>(11)</sup>, et en parallèle, un deuxième séminaire<sup>(12)</sup> porte sur le thème « *Recensement et explicitations théoriques des pratiques en T.I.C.E.* ».

Les membres du L.A.M.I.A. animent le dispositif POPIM<sup>(13)</sup> (Production d'Outils Pédagogiques Informatiques et Multimédia) : des équipes d'enseignants de l'académie répondent à un appel d'offres biennal<sup>(14)</sup>. Les équipes reçoivent des moyens horaires et sont accompagnées pendant deux ans par les membres du L.A.M.I.A. ; un collègue universitaire spécialiste de psychologie et d'informatique<sup>(15)</sup> proche de L.A.M.I.A. assume la responsabilité du Comité Scientifique de la POPIM qui évalue les productions<sup>(16)</sup>. Des logiciels créés dans différents domaines<sup>(17)</sup> sont déjà disponibles sur le serveur du L.A.M.I.A. Un forum avec accès limité est à la disposition des groupes de recherche pour leurs travaux.

### Voici les lignes de forces des recherches du L.A.M.I.A. :

- l'appui à l'innovation et à la création d'outils pédagogiques vues comme une modalité pour la formation continue<sup>(18)</sup> ;
- la coopération pour la création de ressources ;

(10) La lire sur le site du laboratoire.

(11) Les actes du séminaire sont en ligne : <http://www.lille.iufm.fr/labo/seminaire/rapportSeminaire.html>

(12) animé par Moïse Déro.

(13) sous la responsabilité d'Anne Midenet.

(14) 26 équipes soutenues en 1999-2000, 29 en 2000-2001.

(15) Moïse Déro.

(16) Ce comité autorise pour certains la publication avec le logo IUFM.

(17) <http://www.lille.iufm.fr/labo/laboProjetsReal.html>

(18) voir sur le site du L.A.M.I.A. l'article écrit par Anne Midenet.

- l'expérimentation des outils avec un retour du terrain permis par les outils de communication ;
- le développement d'interactions entre les formateurs, (enseignants du primaire, du secondaire et de l'université) ;
- le développement d'interactions entre les enseignants créateurs et les chercheurs ;
- le travail à distance et la création de réseaux d'enseignants qui partagent une même philosophie et des buts communs. Les outils de travail coopératif n'exigent pas la présence physique directe. Les pédagogues de terrain y trouvent des possibilités d'échanges, de publication et une aide mutuelle encore insuffisamment exploitées.

### Les hypothèses du L.A.M.I.A

La première hypothèse du laboratoire L.A.M.I.A. est l'importance d'une utilisation réelle des technologies dans la formation d'enseignants. Si ces outils sont utiles pour les enseignants eux-mêmes pendant leur formation, si les stagiaires sont directement engagés dans une création, ils sauront faire plus tard une utilisation appropriée de ces technologies avec leurs propres élèves.

La deuxième hypothèse est que le processus de création de matériel pédagogique par des équipes composées de personnes de formations différentes, en vue de mutualiser les ressources, amène les enseignants à intégrer des interrogations propres à la recherche dans leur pratique d'enseignement. C'est une façon importante de renouveler la formation des enseignants et de former des *praticiens réflexifs*<sup>(19)</sup>. Le laboratoire a un rôle fondamental dans le processus d'interaction entre des chercheurs et les enseignants de terrain.

### Interdisciplinarité au sein du L.A.M.I.A.

Un des points forts du L.A.M.I.A. est son caractère interdisciplinaire. Mais cela ne veut pas dire que la spécificité des différentes disciplines est niée, bien au contraire. En fait, l'introduction de l'informatique dans les différentes disciplines se fait suivant des usages propres à chacune d'elles, avec des outils différents :

- Dans le domaine de la documentation, les outils bureautiques et l'usage des bases de données sont essentiels.
- En langues, l'audiovisuel s'est implanté depuis longtemps, mais les outils de communication à distance permettent des échanges internationaux réels. La création de sites par les élèves pour présenter leur région par exemple, rejoint l'usage déjà développé dans les écoles primaires de certaines régions.
- En physique, chimie, technologie, l'introduction de l'E.X.A.O (expérimentation assistée par ordinateur) est impulsée par les programmes. L'équipement des salles informatiques des lycées techniques est une réalité.
- En français, le traitement de texte et les outils de PAO, les outils de réalisation d'hypertextes permettent à pas mal d'enseignants d'introduire un usage significatif de l'informatique lorsque leur établissement est équipé.

---

(19) cf Schön, The reflexive practitioner, how professionals think in action., traduit en français par : « Former des praticiens réflexifs ».

- En géographie, l'informatique a fait une entrée importante dans la pratique professionnelle des géographes avec les S.G.I. (Système d'Information Géographique), avec les images satellites, la cartographie automatique et les traitements statistiques de données. Ces développements professionnels n'ont jusqu'à maintenant rencontré qu'un écho marginal au niveau de l'enseignement.
- En arts plastiques, des courants artistiques importants font appel à l'ordinateur, mais là encore l'écho est faible dans l'enseignement. Les collections des musées en ligne sont insuffisamment exploitées.
- Les mathématiques entretiennent avec l'informatique un lien très étroit et l'usage de l'informatique est multiple : traitements de textes mathématiques, outils de géométrie dynamique et de tracé de courbes, logiciels de calcul formel et maintenant usage massif des simulations (en statistique par exemple).

Pourquoi un laboratoire multimédia interdisciplinaire a-t-il un grand intérêt ? Parce qu'il remet au premier plan des interrogations fondamentales concernant l'apprentissage humain, l'intelligence et la cognition distribuées<sup>(20)</sup>, qu'il permet de s'interroger sur l'enseignement des différentes disciplines face à l'intégration des T.I.C.E. dans l'enseignement. Les difficultés sont les mêmes dans le monde entier, mais les outils actuels de communication, permettent très rapidement à des chercheurs ou à des enseignants intéressés par ces questions de connaître des expériences réussies, de mutualiser leurs réalisations et de construire des réseaux. Un travail essentiel du laboratoire est la veille technologique et l'analyse des expériences réussies d'introduction des T.I.C.E.

## L'information et les technologies de communication dans les mathématiques

Depuis plusieurs années, les T.I.C.E. apportent une aide essentielle aux formateurs et aux stagiaires de mathématiques pour la réalisation de leur mémoire. L'usage du courrier électronique est généralisé, outil de communication essentiel avec des stagiaires répartis dans toute l'académie. D'importantes ressources *ont été mises en ligne sur le site du département de mathématiques* :

- Une base de données bibliographique<sup>(21)</sup>.
- Une bibliothèque de mémoires réalisés ces dernières années, sélectionnés par les jurys et publiés avec l'autorisation des stagiaires auteurs<sup>(22)</sup>. Ces mémoires sont utilisés en formation initiale et continue et sont à disposition des enseignants.

(20) Ces notions sont développées dans l'article de Pea, mathématicien américain qui donne l'exemple des mathématiques qui sont présentes partout, dans tout notre environnement que ce soit aux niveaux symbolique, technique, physique, dans la compréhension des phénomènes naturels et artificiels, à tel point qu'on ne les voit plus et que certains prétendent qu'on peut s'en passer. Voir les actes du séminaire en ligne : <http://www.lille.iufm.fr/labo/seminaire/rapportSeminaire.html>. Cette année nous publierons une traduction de cet article.

(21) que j'ai réalisée à l'occasion d'un travail pour un livre sur l'histoire des mathématiques et l'enseignement rédigé pour le colloque satellite de ICMI 2000 à Taiwan et paru chez Kluger. <http://www.lille.iufm.fr/dep/math/resdoc/index.htm>

(22) <http://www.lille.iufm.fr/dep/math/mempro/index.htm>

- Un *Campus Virtuel* et divers outils de communication ont aidé des équipes à se constituer en réseau. La situation évolue rapidement avec les possibilités pour des enseignants d'avoir accès à des forums gratuits, de créer des sites sur des serveurs gratuits. Le développement de sites d'équipes indépendantes de l'institution, est encouragé ; un lien sur le serveur du L.A.M.I.A. y donne accès. Si le groupe d'enseignants le souhaite, le site reste hébergé sur le serveur du laboratoire.

### Des sites créés par les équipes du Nord-Pas-de-Calais

La région du Nord fait preuve d'une grande créativité dans le domaine du multimédia mathématique :

- Le C.R.E.A.M.<sup>(23)</sup> a été présenté au début de cette article.
- MATHADOC, site d'un réseau créé à l'initiative de jeunes enseignants du Nord<sup>(24)</sup>, regroupe deux logiciels téléchargeables : le cartable électronique et le tableau virtuel, bases de données importantes sur les programmes, sur les examens *du brevet* des dix dernières années en France, avec des jeux de leçons et d'exercices pour les quatre classes, accompagnés d'animations. L'enseignant peut se les approprier, les développer et les modifier pour créer sa base de données personnelle.
- LILIMATH<sup>(25)</sup> : ateliers de découverte pour une utilisation par l'enseignant dans les classes ; *Lilimath* a reçu en 1998 le premier prix d'une compétition nationale<sup>(26)</sup> d'outils logiciels pour formation. *Lilimath* a développé des ateliers pour l'enseignement primaire, le collège et le lycée ainsi qu'un parc d'attractions mathématiques.
- FONCTIONS<sup>(27)</sup> : l'étude de fonctions dans l'enseignement technologique ; ce logiciel permet à un enseignant le suivi individualisé des travaux des élèves et a reçu le quatrième prix de la même compétition.
- GEOWEB<sup>(28)</sup> : un site présentant quelques créations faites par les élèves avec des fiches sur la résolution de problèmes ouverts de géométrie au collège. Ce site vient d'obtenir un prix de l'innovation pédagogique au dernier salon de l'éducation.

À ces sites nous ajouterons :

- BUTINAGE<sup>(29)</sup> : logiciel avec une utilisation pluridisciplinaire pour des recherches d'élèves sur Internet ; l'enseignant l'emploie pour préparer les thèmes

(23) <http://www.lille.iufm.fr/labo/cream/entree.html>

(24) Katia et Sébastien Hache, membres du CREAM et anciens stagiaires à l'I.U.F.M. d'il y a cinq ans ; aujourd'hui formateurs T.I.C.E. pour les nouveaux P.L.C.2.

(25) L'équipe s'était créée au sein de l'IREM, le L.A.M.I.A. a apporté une aide matérielle ainsi qu'un soutien dans le cadre de la POPIM. Un des membres de LILIMATH est responsable informatique du L.A.M.I.A.

(26) appelée CERVOD.

(27) Son auteur David Caille est aujourd'hui membre actif du CREAM, de MATHADOC et formateur T.I.C.E. pour les P.L.C.2.

(28) Son auteur Jean Michel Chevallier participe activement au séminaire du L.A.M.I.A. et est directeur de mémoire.

(29) Créé par Jean Hamez, professeur de lettres.

de recherche et choisir des sites intéressants pour le travail des élèves.

- UNIVERSITÉ EN LIGNE<sup>(30)</sup> : les modules développés par les équipes universitaires sont à la disposition des stagiaires et des formateurs sur le WEB
- GÉOMÉTRIX : une aide à l'écriture des démonstrations au collège ; ce logiciel, écrit en prolog, emploie les techniques d'intelligence artificielle ; il a reçu le deuxième prix à cette même compétition.

### Développement de la collaboration en mathématiques

Notre travail se développe depuis six ans maintenant avec une forte implication au niveau des mémoires des P.L.C.2. Chaque année, un pas a été franchi dans le développement du travail coopératif entre les réseaux de mathématiciens proches du L.A.M.I.A. Cette année, c'est le développement d'une expérience d'enseignement des T.I.C.E. aux professeurs stagiaires, doublée d'une formation de formateurs pour aider au pilotage de cette expérience. La collaboration informelle a été systématisée avec le lancement d'une formation de formateurs<sup>(31)</sup>, reprenant le nom que nous avons adopté depuis quatre ans, *Anneau Mathématique*, pour signifier un réseau d'échanges égalitaires. Cette expérimentation se déroule dans le cadre d'un programme de recherche avec des laboratoires universitaires scientifiques<sup>(32)</sup>. Les principes qui ont guidé cette expérimentation sont les suivants :

- Collaboration émergente : si les principes qui guident l'expérience sont clairs, la structuration des activités n'est pas faite au début, mais est réalisée au fur et à mesure de l'expérimentation. Par exemple, les six jeunes enseignants responsables de douze heures de formation T.I.C.E. aux P.L.C.2, n'ont pas reçu un programme précis. Ils devaient le déterminer entre eux en fonction des réactions des P.L.C.2. Seules étaient claires les raisons pour lesquelles une formation leur avait été confiée : leur création personnelle dans le domaine multimédia et leur expérience d'animation de réseaux. Un bilan réalisé ensemble dans l'*Anneau Mathématique* permettra de tirer les leçons pour l'année prochaine.
- Expérimentation dans des conditions réelles, avec toute la promotion d'environ 90 P.L.C.2, et environ 40 formateurs.
- Travail collaboratif entre les formateurs où chacun forme les autres dans son domaine de compétence. La coordinatrice de l'*Anneau Mathématique* organise l'agenda, les tâches administratives et les invitations. Cette année, chacun des thèmes importants dans l'usage des T.I.C.E. en mathématiques a été abordé. Ces échanges ont permis de mesurer la richesse des outils à notre disposition, mais aussi l'ampleur du travail à accomplir pour en faire un usage efficace. Cela n'empêche pas chacun de poursuivre ses créations, avec les outils dont il dispose déjà.
- Réalisation collective d'un CD-ROM de ressources libres par les formateurs en charge de la formation T.I.C.E. et le responsable informatique du L.A.M.I.A.

(30) <http://www.uel-pcsm.education.fr> J'ai participé à la création de plusieurs modules.

(31) 36 heures sous forme de douze demi-journées. J'assume la coordination de cet anneau.

(32) Programme Formasciences piloté par C. D'Halluin et A Derycke, laboratoire Trigone (U.S.T.L.).



- Utilisation intensive de yahoo-groupes<sup>(33)</sup> en 2001-2002 entre les formateurs et entre formateurs et stagiaires. L'an dernier, le *Campus Virtuel* n'avait pas supporté un grand nombre de connexions simultanées et avait créé quelques difficultés. L'an prochain, une plate-forme de formation<sup>(34)</sup> en cours d'adaptation à nos besoins<sup>(35)</sup> au sein du L.A.M.I.A. sera à notre disposition. Chaque membre d'un yahoo groupe peut échanger des e-mails avec les autres, mettre des fichiers à disposition du groupe, faire des annonces par l'agenda.
- Échange de ressources avec d'autres groupes nationaux fonctionnant sur les mêmes principes.
- Invitation de chercheurs engagés dans les questions d'enseignement.

### Le fonctionnement de l'anneau mathématique

Le groupe se réunit une fois par mois, dans une salle informatique. À chaque séance, deux intervenants présentent leur travail. Ce sont soit des membres de l'anneau, soit des chercheurs invités. Un problème d'enseignement est présenté et on apprend immédiatement à se servir d'un outil (Cabri, mu-pad, maple). Une discussion s'engage sur les possibilités d'usage et l'intérêt ou non de cet outil dans cette situation. Des expérimentations proposées par l'animateur sont testées avec les P.L.C.2 ou dans les classes des participants. Cette séance ne suffit pas en général pour maîtriser un logiciel. Un travail avec les collègues intéressés peut alors débiter suivant un processus coopératif ou une formation collective plus conséquente. Ainsi par exemple, la séance sur Cabri doit être prolongée par une formation à son usage pour la géométrie dans l'espace. Chacun place dans le yahoo-groupe les fichiers et les références de sites susceptibles d'intéresser les collègues.

Notre objectif est de progresser dans la formation des collègues aux nouvelles technologies. Ces formations se caractérisent par des échanges entre pairs et un usage intensif de ressources en ligne (c'est ainsi qu'opèrent les informaticiens dans leur travail professionnel). Par ailleurs, la réflexion théorique des dernières années sur le travail collaboratif est à la base du fonctionnement du groupe et les collègues qui n'ont pas participé au séminaire peuvent en découvrir les principes.

Comme on le voit, plusieurs réseaux existent en mathématiques autour du L.A.M.I.A. et coopèrent de façon souple. Nous espérons que les jeunes apprendront pendant leur formation à s'intégrer à des réseaux existants ou à en créer eux-mêmes autour de nouveaux projets. Il est évident que ce type de fonctionnement ne reflète pas la philosophie lourdement hiérarchique de l'Éducation Nationale, en particulier dans les I.U.F.M. Notre conviction est que les problèmes graves que rencontre notre système d'enseignement ne pourront pas trouver de solution dans le cadre actuel,

(33) Sur le site Yahoo, on peut disposer d'un outil de travail collaboratif gratuit permettant de déposer des fichiers, d'avoir un forum, un outil de calendrier pour les membres d'un groupe. Une fois créé, quand les membres sont inscrits (c'est l'opération la plus complexe), l'outil est très facile à utiliser. Pour l'instant gratuit, il permet à chacun de créer s'il le souhaite ses propres groupes dès qu'il a franchi l'obstacle de l'inscription. Voir sur le site du L.A.M.I.A. les modes d'emploi du Campus Virtuel et du yahoo-groupe.

(34) Ganesha a l'avantage d'être gratuite avec un code public, qui permet à des informaticiens de la faire évoluer.

(35) Ganesha utilisant les langages PHP et MYSQL.

hiérarchisé et infantilisant pour les enseignants. Les idées qui président à notre travail sont issues de convictions personnelles qui rejoignent un courant de pensée développé au niveau international. Nous allons le présenter.

## Le cadre théorique actuel du travail collaboratif

Sans les développer, voici trois références pour comprendre le processus à l'œuvre dans notre travail :

1. **L'intelligence et l'apprentissage distribués.**
2. **L'apprentissage collaboratif.**
3. **Des dispositifs en vraie grandeur.**

Le premier cadre théorique est celui d'Intelligence distribuée<sup>(36)</sup>. Il s'oppose à des conceptions répandues qui présentent l'intelligence comme une propriété du cerveau des individus. Il montre que l'intelligence, telle qu'on l'observe dans les pratiques d'apprentissage, est distribuée entre les esprits, les personnes et les environnements (symboliques, techniques, et physiques, naturels et artificiels). Il développe pour l'enseignement les conséquences de ce nouveau paradigme.

Le deuxième cadre théorique est celui d'apprentissage collaboratif<sup>(37)</sup>, développé dans l'article « *Apprendre conjointement : une analyse, quelques expériences et un cadre de travail* » de Robert Lewis<sup>(38)</sup>. Il présente un ensemble de réflexions théoriques sur l'apprentissage et leurs implications pour la conception d'outils hypermédias. Il propose une définition de l'apprentissage collaboratif basé sur l'existence d'une communauté d'intentions dans un groupe d'apprenants, et il examine les hypothèses psychosociales sous-jacentes à cet apprentissage. Il rappelle quelques notions centrales dans la psychologie russe, et notamment la théorie de l'activité. Suivant cette théorie, l'apprentissage collaboratif repose sur un jeu d'interactions entre le sujet, l'objectif (d'apprentissage) et les instruments disponibles, interactions auxquelles participe également la communauté d'apprentissage (par les règles et la répartition du travail qui en émanent). Les conséquences pratiques de cette approche pour la conception et le choix d'outils hypermédias sont ensuite présentées et discutées.

On peut aussi se référer à une brochure<sup>(39)</sup> « *Usages d'un environnement médiatisé pour l'apprentissage coopératif* » (ouvrage collectif coordonné par Chantal D'halluin), dont le résumé donne une idée de la problématique : « *L'apprentissage a ceci de paradoxal qu'il est un acte individuel inscrit dans l'interaction avec autrui. Dans les dispositifs de formation médiatisés, on constate que la part des activités individuelles est quasiment hégémonique. Ceci renforce l'isolement de l'apprenant et conduit à un appauvrissement de l'apprentissage. L'accessibilité des NTIC peut favoriser l'émergence de nouveaux modes d'apprentissage dont l'apprentissage coopératif. Il permet de rompre l'isolement de*

(36) développé en particulier dans l'article de Roy D. Pea, « *Practices of distributed intelligence and designs for education* » du livre *Distributed cognition* de G. Salomon paru à Cambridge University Press. Un résumé en français est dans les actes du séminaire L.A.M.I.A.

(37) Apprentissage coopératif ou apprentissage collaboratif sont apparentés mais les définitions varient suivant les auteurs. Voir les actes du séminaire du L.A.M.I.A.

(38) paru dans les actes du quatrième colloque hypermédias et apprentissages.

(39) éditée par le CUEEP de Lille, cahier d'étude numéro 43 (190 pages) paru en janvier 2001.

*l'apprenant et de contrebalancer la centration excessive sur le contenu en développant confrontations et interactions interpersonnelles. Mais, il ne suffit pas de proposer des activités coopératives ni de placer apprenants et formateurs dans un environnement informatique dédié au travail coopératif pour que celui-ci jaillisse. Ces difficultés questionnent les concepteurs qui cherchent à définir l'essence du travail coopératif, dans le but de proposer aux utilisateurs des " collecticiels " répondant à leurs besoins, et les utilisateurs qui éprouvent des difficultés à mettre en œuvre la coopération. »*

Quelle différence faisons nous entre coopération et collaboration ? Il faut remarquer que cette distinction n'est pas faite par tous les auteurs. Certains considèrent les deux mots comme interchangeable. D'autres, comme Dillembourg<sup>(40)</sup>, font la distinction suivante qui nous paraît pertinente. Il ne suffit pas qu'il ait travaillé en commun pour réaliser une tâche pour parler de collaboration. Il peut y avoir une simple division des tâches entre les participants, chacun en faisant une partie. Dillembourg parle de coopération dans ce cas. La situation de collaboration est celle où les participants échangent et résolvent ensemble le problème, en interaction. Dans ce cas, il y a débat et confrontation des points de vue à toutes les étapes, ce qui est plus intéressant au niveau des processus cognitifs.

Le troisième cadre théorique est celui développé en particulier par Grabinger<sup>(41)</sup> aux États-Unis dans un programme qu'il appelle REAL (traduction : Environnement Riche pour un Apprentissage Actif) où il défend la nécessité de développer des programmes en vraie grandeur et proches des conditions de travail réelles et non des maquettes comme le font trop souvent les programmes de recherche. Nous avons retenu l'idée de calquer la formation aux T.I.C.E. sur l'usage effectif qu'en font des pédagogues créateurs.

### **Quelle structure créer ? Point de vue de Martial Vivet<sup>(42)</sup>**

Dans le numéro « Éducation et informatique » de la revue Sciences et techniques éducatives<sup>(43)</sup> en hommage à Martial Vivet, nous trouvons le texte de la conférence qu'il a prononcée le 22 mars 1999 dans le séminaire des directeurs des IUFM « TIC et IUFM, éléments de réflexion et points de vue ». Je pense que le L.A.M.I.A. est un exemple des structures qu'il propose dans sa conclusion :

*« Il importe de créer des structures de réflexion sur les technologies de l'information et de la communication, sur le modèle des IREM<sup>(44)</sup> par exemple. À une époque, les mathématiques dites " modernes " ont posé beaucoup de problèmes : on a créé des instruments appelés IREM (Instituts de Recherche sur l'Enseignement des*

(40) voir les actes du séminaire du L.A.M.I.A.

(41) Grabinger, S., Dunlap, J.C., Duffield, J.A., (1997). Rich environments for active learning in action : Problem-based learning. ALT-J, 3-17. voir le site <http://carbon.cudenver.edu/public/cins/ceo/Grabinger/>

(42) ancien directeur de l'IREM du Mans et ancien responsable d'un laboratoire universitaire sur les T.I.C.E.

(43) volume 7 N° 1/2000 paru chez Hermès.

(44) On trouvera une annexe spécifiquement sur les mathématiques et les T.I.C.E. pour éclairer ce passage.

mathématiques). Aujourd'hui, l'intégration des TIC dans l'éducation pose encore des problèmes très importants si on considère la nécessaire généralisation. Ne faut-il pas créer des Instituts de Recherche sur l'Usage des TIC dans l'Éducation pour jouer le rôle de creuset de réflexion et de dissémination des pratiques dans le cadre du plan d'urgence mis en place récemment et qui mérite un suivi à long terme ? »

Dans les tâches qu'il définit, on retrouve les éléments de la charte du laboratoire L.A.M.I.A.

« Parmi les questions de recherche, citons :

- La conception et la validation de dispositifs, les méthodes de conception et l'architecture des dispositifs.
- L'analyse des usages et des conditions d'acceptabilité des T.I.C.E. par les différents acteurs (enseignants, élèves, parents, autres partenaires) dans les milieux de la formation.
- La gestion des connaissances sur Internet et l'appropriation de ces mêmes connaissances par des humains au travers d'un processus d'apprentissage.

D'autres structures de coordination pourraient être mises en place avec des personnes de l'enseignement supérieur, nommées au titre des TIC dans les IUFM. Il faut favoriser un échange de compétences et de savoirs et pour cela mutualiser cet observatoire des usages. Les jeunes docteurs en la matière pourraient constituer un appui pour ce dispositif. »

Ce numéro de la revue « Sciences et Techniques Éducatives » peut permettre aux collègues de comprendre que le L.A.M.I.A., dont certains contestent l'existence même en disant qu'un laboratoire de recherche appliqué sur les T.I.C.E. au sein de l'I.U.F.M. n'est pas « légitime », correspond au contraire à une structure dont la nécessité est reconnue par ceux qui sont engagés dans le domaine des Technologies Informatiques pour l'Enseignement, même si la forme envisagée peut varier suivant les régions. Le L.A.M.I.A. peut permettre de se projeter dans l'avenir pour progresser dans la solution des problèmes posés par l'intégration des T.I.C.E. dans les disciplines. Pour l'instant, l'I.U.F.M. du Nord-Pas-de-Calais, par son appui à la création du L.A.M.I.A. fait plutôt figure de précurseur dans les I.U.F.M. en France. Une position dogmatique comme celle à laquelle nous nous heurtons dans le Nord correspond, selon moi, à une coupure entre théorie et pratique dans le domaine de la didactique des mathématiques<sup>(45)</sup>.

(45) Cette coupure entre théorie et pratique a été signalée comme un danger et un problème actuel dans deux conférences plénières prononcées au colloque international ICMI 2000 de Tokyo sur le passé et l'avenir en ce qui concerne la didactique des mathématiques. Voici les titres et des indications sur ces conférences.

« **Keys issues and Trends in Research On Mathematical Education** » par Mogens Niss, (Roskilde University, Denmark) pointe, suite à une analyse historique du développement des recherches en didactique des mathématiques, le risque grandissant d'une coupure entre théorie et pratique dans ce domaine.

« *One observation that a mathematics educator can hardly avoid to make is the widening gap between researchers and practioners in mathematical education. The very existence of such a gap is neither surprising nor worrying. The cause for concern lies in the fact that it is widening. There are very good explanations for this fact, but for the health and welfare of our field, we have to utmost to find ways to reduce the gap as much as possible. If we are*

## Comment former les enseignants ?

À l'heure actuelle, la formation en I.U.F.M. reproduit encore trop le face à face classique entre les formateurs et le groupe de stagiaires. C'est ce modèle que l'on donne aux jeunes dans l'institut. On voudrait que les stagiaires apprennent à travailler en équipe. Apprendre dans un groupe à faire les leçons que l'on fera seul dans sa propre classe n'est pas une façon de donner un sens à la collaboration. C'est en participant à une aventure collective avec des buts communs qu'on apprend à collaborer. Le caractère intéressant du mémoire dans la formation initiale, l'importance du réseau<sup>(46)</sup> existant en France dans le domaine de la recherche sur l'enseignement des mathématiques montre qu'une évolution de la formation initiale dans les I.U.F.M. n'est pas hors de portée. Les outils modernes de communication abolissent les distances, (mais ne diminuent pas le travail) : les réseaux travaillant sur des objectifs communs sont possibles. Mais aussi bien au niveau international qu'au niveau local, des problèmes importants existent quant à la reconnaissance institutionnelle des compétences acquises par les collègues qui s'investissent dans la création multimédia et quant à la protection de leurs droits de propriété intellectuelle<sup>(47)</sup>. C'est sur ce point que je compte m'investir dans l'année qui vient.

Pourquoi tant de collègues mathématiciens se sont-ils investis dans les Technologies d'Information et de Communication pour l'Enseignement dans le Nord ? Tous sont partisans de l'enseignement public, hostiles à un processus marchand et favorables aux logiciels libres<sup>(48)</sup>. On sait que le développement de Linux par des informaticiens travaillant en réseau au niveau international a montré qu'il était possible de contrer Microsoft.

Il me semble que face à la mondialisation marchande et à son cortège d'injustices et d'inégalités, les réseaux offrent une possibilité de se défendre. Dans l'Éducation Nationale, avec son système hiérarchique bloqué (aussi bien à l'université que dans les établissements d'enseignement) et le poids de l'inspection qui n'existe qu'en

---

*unsuccessful in this, research on mathematical education runs the risk of becoming dry swimming, while the practice of teaching runs the risk of becoming more naïve, narrow minded, and inefficient than necessary and desirable ».*

« **Developing Mathematics Education in a Systemic Process** » par Eric Ch. Wittmann (university of Dortmund, Germany) développe une proposition pour réduire ce fossé entre théorie et pratique dans le domaine de la didactique des mathématiques en appelant à un changement de paradigme et en développant une approche systémique et évolutive.

« *The systemic evolutionary approach (to the management of complexity) starts from quite different assumptions. Its basic paradigm is the spontaneous, self-generating order exemplified best by the living organism. Organisms are not constructed, they develop. Spontaneous orderings develop also in the social domain. They arise by means of and as the result of human actions, but they do not necessarily correspond to preconceived intentions, plans or goals. Nevertheless they can be highly rational.* »

(46) Des I.R.E.M., ainsi que l'A.P.M.E.P.

(47) Ce qui ne veut pas dire qu'ils réclament le paiement de droits d'auteurs.

(48) On connaît les auteurs des logiciels libres et leur droit de propriété intellectuelle est reconnu.

France, ces outils permettent de dépasser l'isolement de l'enseignant et de créer des communautés qui réfléchissent, partagent et agissent. Les outils mis sur le WEB sont aussi à la disposition de nos collègues dans des pays où le prix de livres est prohibitif. Une connexion Internet donne accès à une bibliothèque mondiale.

Les T.I.C.E. seront ce que nous en ferons.

## Références bibliographiques

Actes des journées *Hypermédiat et apprentissages*, Premières journées, INRP, 1991, Deuxièmes journées, Lille, 1993, Troisièmes journées, Quatrièmes journées, INRP, 1998.

Anderson and Jackson, *Computer systems for distributed and distance learning*, Journal of Computer Assisted Learning (2000) 16 ; 213-228.

Artigue, M., Brousseau, G., Brun, J., Chevillard, Y, Conne, F., & Vergnaud, G., (1996), *Didactique des mathématiques*, Delachaux Niestlé.

Bourgoin, G. Derycke, A, 2000, A reflexive CSL environment with foundations based on the Activity. *ITS'2000 conference IEEE, ACM, Montreal, Canada, 20-25 june 2000*, Springer Verlag LCNS.

Bruillard, E., (1997), *Les machines à enseigner*, Hermès.

CIAEM 50, (1998), *Les liens entre la pratique de classe et la recherche en didactique des mathématiques, Relationship between classroom practice and research in mathematics education*. Neuchatel.

Commission Inter-Irem mathématiques et informatique, (1994), *Apports de l'outil informatique à l'enseignement de la géométrie*.

Cornu, B., & alii, (1992), *L'ordinateur pour enseigner des mathématiques*, Puf.

Cousquer, E, 2002, Collaboration in a Multimedia Laboratory, to be published by Springer Verlag, Workshop : *Multimedia Tools for Communicating Mathematics*, 23-25 November 2000, Lisbon, Portugal <http://mtcm2000.lmc.fc.ul.pt/>

Delacote, G., (1996), *Savoir apprendre, les nouvelles méthodes*, édition Odile Jacob.

Develay, M., (1992), *De l'apprentissage à l'enseignement*, ESF éditeur.

Dillenbourg, P. What do you mean by " collaborative learning " ? in P. Dillenbourg ed. *Collaborative learning : Cognitive and computational Approaches*, p. 1-19, Oxford : Elsevier.

Dillenbourg, P. , Baker M., Blaye A., & O'Malley C., The evolution of research on collaborative learning, In E. Spada & P. Reiman Eds, *Learning in Humans and Machine : Towards an interdisciplinary learning science* p.189-211. Oxford : Elsevier, 1996.

Freudenthal, H, (1983), *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*, Reidel Publishing Company..

Grabinger, S., Dunlap, J.C., Duffield, J.A., (1997), *Rich environments for active learning in action : Problem-based learning*. ALT-J, 3-17. <http://carbon.cudenver.edu/public/cins/ceo/Grabinger/>

Hetu, J.-C., Lavoie, M., & Baillauquès, S., (1999), *Jeunes enseignants et insertion professionnelle, un processus de socialisation ? de professionnalisation ? de transformation ?* De Boeck édition.

Johnson, D., & Johnson, R. 1987. *Learning together and alone*. 2nd edition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Johnsua, S., & Dupin, J.-J., (1993), *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, Puf.

Jonnaert, P., (1988), *Conflits de savoirs et didactique*, De Boeck.

Lajoie, S., & Derry, J. (1993), *Computers as cognitive tools*, Laurence Erlbaum Associates Publishers.

Paquet, L., Altet, M., Charlier, E., & Perrenoud, P., (1996), *Former des enseignants professionnels*, De Boeck éditeur.

Schön, D.A., (1983), *The reflexive practitioner; how professionals think in action*, Basic book, translation in French, (1994), *Le praticien réflexif, à la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*, édition Logiques.

Tricot, A., Demarcy, P., & El Bousarghi, (1998), *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Hermès.

Watson, & Tinsley, (1995), *Integrating Information technology into education*, Chapman Hall.