



HAL
open science

Campus Numérique e-maths : aspects pédagogiques et techniques

A. Aoun, M. Masmoudi, Jean-Yves Plantec

► **To cite this version:**

A. Aoun, M. Masmoudi, Jean-Yves Plantec. Campus Numérique e-maths : aspects pédagogiques et techniques. Technologie de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et l'Industrie, Oct 2004, Compiègne, France. pp.528-532. edutice-00000677

HAL Id: edutice-00000677

<https://edutice.hal.science/edutice-00000677v1>

Submitted on 10 Nov 2004

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Campus Numérique e-maths : aspects pédagogiques et techniques

A. AOUN*, M. MASMOUDI*, J.-Y. PLANTEC**

* Univ. Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 04

aoun@irit.fr

Résumé

Cet article fait le point sur la mise en oeuvre du projet de campus Numérique e-m@ths qui vise à la création d'un consortium d'établissements français et indiens et dont la vocation principale est de concevoir et réaliser un ensemble de modules d'e-formation au niveau second et troisième cycle en Mathématiques Appliquées. Depuis octobre 2003, le projet a atteint une phase opérationnelle malgré nombre de difficultés rencontrées et dues au choix de la coproduction et au niveau élevé des cours ; les contraintes techniques et humaines ont conduit à choisir des moyens de communication par satellite et une production documentaire de type Rich Media. Des étudiants français et indiens ont d'ores et déjà suivi avec succès les deux premiers modules. Deux autres modules sont attendus pour la rentrée 2004. Trois autres pour la rentrée 2005.

Introduction

Il y a deux ans, nous avons eu l'occasion, lors d'un précédent article présenté à TICE 2002, de détailler les aspects méthodologiques et humains de ce projet international de Campus Numérique. Entre-temps, le projet a atteint une phase opérationnelle puisque deux modules franco-indiens ont été lancés, permettant à des étudiants des deux pays de suivre un ensemble de visioconférences par satellite et de disposer de contenus d'autoformation aussi bien sur CD-ROM que sur Internet.

Dans ce nouvel article, nous avons pour propos de détailler les aspects pédagogiques et techniques – en particulier ceux concernant l'ingénierie de transmission satellitaire et l'ingénierie de production de documents interactifs. La mise en exploitation de deux modules durant cette année (deux nouveaux modules seront opérationnels en septembre 2004), nous donne l'occasion de réexaminer les choix qui ont été faits à cet égard.

Après un bref historique du projet, nous en présenterons les originalités et les difficultés. Dans un second temps, nous précisons la démarche que nous avons adoptée pour structurer le projet : en premier lieu, nous sommes partis des exigences pédagogiques ; ensuite, nous avons étudié les moyens techniques permettant de les atteindre ; enfin, nous avons examiné la faisabilité du projet sur le plan économique.

Notons déjà qu'avant de lancer des cours engageant des étudiants, nous avons commencé par tester les choix pédagogiques et techniques en organisant un Cyber-workshop avec un public partagé entre la France et l'Inde et avec des conférenciers dans ces deux pays. Ce workshop fut couronné de succès (voir

<http://ficus.ups-tlse.fr/ws/>) et a constitué un levier important auprès des acteurs du projet.

Présentation

Historique du projet FICUS

Le projet de Cyber-Université Franco-Indienne (FICUS : French Indian Cyber-University in Science) a vu le jour en novembre 1999 à l'occasion de la visite en Inde d'une délégation conduite par le ministre de l'Éducation Nationale. La maîtrise d'œuvre du projet a été confiée au Pôle Universitaire Toulousain. Dans les premiers mois de l'année 2000, les acteurs nationaux concernés par le projet ont été consultés – MEN, DT, MAE, DRIC, Ambassade de France en Inde, CNES, INRIA. Une première étude d'opportunité a préconisé de démarrer le projet autour de la thématique des Mathématiques Appliquées (au niveau troisième cycle) avant d'élargir aux autres disciplines identifiées a priori.

Le projet de campus numérique e-m@ths

Objectifs

Entre-temps (juin 2000), l'opération « Campus Numérique » a été lancée. Le Pôle Universitaire Toulousain a estimé que la réflexion autour du projet de Cyber-Université était suffisamment avancée et a choisi de déposer un projet dans ce cadre. Ainsi, en septembre 2000, le projet e-m@ths a été sélectionné au niveau 1 (faisabilité). L'objectif du projet e-m@ths est double :

- concevoir, réaliser et mettre en service un ensemble de modules de formation, au niveau troisième cycle en mathématiques appliquées ;
- créer dans un contexte international (franco-indien) des parcours diplômants, de niveau master, en formation initiale et continue, s'appuyant en partie sur ces modules et proposés conjointement par les partenaires.

e-m@ths est considéré comme la première brique du projet FICUS.

Etat des lieux

L'année universitaire 2000-01 a été consacrée à l'organisation de ce projet (qui rassemble 15 partenaires institutionnels indiens et français – voir liste ci-dessous – et près de 50 acteurs) et à son étude de faisabilité autour de problématiques techniques, pédagogiques et administratives. Le projet a été sélectionné au niveau 2 (réalisation) en juillet 2001. Les premiers modules de 50h (25h de cours présentiel, 25h d'autoformation) a vu le jour respectivement en octobre 03 et janvier 04.

La Cyber-Université a été inaugurée par le président de l'Inde et le ministre de la Recherche et des Nouvelles Technologies de France en janvier 2004. Il est intéressant de noter que cette inauguration fut réalisée à partir de Bangalore et de Toulouse en visioconférence par satellite.

Ingénierie du Projet

L'ingénierie du projet est clairement définie dans la convention du Consortium e-m@ths. On y définit le rôle joué par les membres du Consortium qui sont le Pôle Universitaire Toulousain, l'Université Paul Sabatier, l'Université de Toulouse le Mirail, l'Université Sciences Sociales Toulouse 1, l'INSA de Toulouse, l'Institut National Polytechnique de Toulouse, l'Université Pierre et Marie Curie, l'Université d'Orléans, l'Université de la Méditerranée, le CNES ; les partenaires indiens sont l'Indian Institute of Sciences de Bangalore, l'Institute of Mathematical Science et le Chennai Maths Institute de Chennai.

Originalité et difficultés du projet

La difficulté essentielle de Ficus est liée à la « symétrie » du projet. Après la définition des programmes et son élaboration par une équipe pédagogique franco-Indienne, un binôme d'enseignants (un indien et un français) effectue le cours. De plus, les étudiants suivent les cours simultanément en Inde et en France. Il existe, par exemple, une université virtuelle organisée par le MIT de Cambridge/Boston et destinée à des étudiants de Singapour. Mais le cours est diffusé depuis le MIT en sens unique.

La deuxième difficulté est liée au niveau des cours (Integrated PhD-DEA), ce qui nous oblige à faire appel à des acteurs de la recherche plutôt qu'à des enseignants.

Problème lié à la « symétrie » du projet

Le projet présente de nombreuses difficultés :

- Les cours s'adressent simultanément à des étudiants français et indiens avec des cultures scientifiques différentes.
- Problèmes liés au décalage horaire : il existe un décalage de 3h30' l'été et de 4h30' l'hiver. De ce fait, on ne dispose que d'un petit créneau, exploitable pour faire des cours en commun. Avec les horaires d'hiver ce créneau commence à 9 heures du matin (13h30 en Inde) et se termine à 12h30 (17h en Inde).
- Le premier semestre indien commence en août et se termine fin novembre, le second commence début janvier et se termine fin avril. Le programme de DEA a de nombreuses contraintes liées à la participation de plusieurs établissements (co-habilité par l'Université Paul Sabatier, l'INSA et Sup'Aéro). On ne dispose que de 8 semaines, du début octobre à la fin novembre pour faire des cours en commun avec l'Inde.

Le fait que des étudiants français et indiens suivent simultanément les cours complique singulièrement le projet. En effet, on pourrait demander à un enseignant

français de faire un cours distant à des étudiants indiens au mois d'août ou à 7 heures du matin. La participation d'étudiants locaux rend ce choix impossible.

Complication liée à la nature du projet

Le projet vise des cours de niveau « integrated PhD » en Inde et DEA en France sur des domaines scientifiques en plein développement. Pour chaque cours, il faut faire participer des acteurs de la recherche dans la discipline. Or, il s'avère que les chercheurs les plus performants sont extrêmement sollicités pour enseigner, pour participer à des conférences, pour effectuer un travail d'évaluation (d'articles, de thèses, de projets de recherches, d'institutions de recherche...) sans oublier le travail de recherche lui-même.

Pour attirer des personnalités scientifiques de haut niveau, nous avons effectué les choix suivants :

- La technique de production de visioconférences et de documents multimédias doit s'adapter à l'enseignant en ayant pour objectif d'exploiter les compétences de l'enseignant sans avoir à lui apprendre un nouveau métier.
- Les enseignants intervenants ne cherchent pas de contre-partie financière. En général, ils manquent cruellement de temps. Ils souhaitent que le travail effectué dans le cadre de FICUS soit comptabilisé dans leur temps d'enseignement. Ce point a été réglé dans la convention du Consortium e-m@ths ; il est particulièrement crucial dans les mathématiques et les nouvelles technologies où le nombre de chercheurs CNRS est faible.

Problèmes liés à la langue

Les cours de FICUS sont effectués en anglais. Ces cours sont enregistrés, diffusés et proposés sur le web. Les chercheurs, qui ont l'habitude de faire des conférences internationales en anglais, hésitent pourtant à étaler sur le web un anglais qu'ils jugent de qualité moyenne.

Les exigences pédagogiques

La pédagogie est au centre de nos préoccupations. De nombreuses contraintes :

- Le rythme des cours de très haut niveau envisagé par FICUS exige un grand confort pédagogique. L'effort que consacre l'étudiant à déchiffrer le son ou l'image se fait au détriment de l'essentiel : comprendre le contenu du cours.
- Dans beaucoup de formations en ligne, les cours « multimédia » sont basés sur des transparents figés. Or le pointeur que l'on utilise dans toutes les disciplines pour focaliser l'attention de l'auditeur sur le point du transparent en cours d'explication est absent au détriment de la clarté de l'explication.
- L'interaction avec les étudiants est l'un des aspects fondamentaux de l'enseignement. Dans des cours de ce type, le rôle des étudiants va au-delà des questions qu'ils posent. Leurs réactions constructives font partie intégrante du cours. D'où la nécessité d'un canal de communication

bidirectionnel. De plus, un enseignant expérimenté, peut adapter son cours en fonction des non-dits de la salle locale ou distante.

- La connexion doit permettre d'oublier que l'on travaille à distance. Sur une durée de trois heures de cours on ne peut pas admettre d'interruptions techniques.
- Il est nécessaire de mettre à la disposition des étudiants des compléments de cours sous la forme de document multimédia : <http://ficus.ups-tlse.fr/elearning/module1/> - Lecturers – Raymond).
- En mathématiques appliquées, un cours de DEA ne dure que deux ans, suivis d'une période de « jachère » pour laisser à l'enseignant le temps de se renouveler. Cela nous oriente vers la création de cours peu coûteux, ayant une durée de vie limitée.

Le document de spécification pédagogique (http://ficus.ups-tlse.fr/documents/EMA-03-T03-pedagogical_specifications.pdf) est issu de cette réflexion.

Les contraintes techniques

La communication

Dans l'état actuel des choses, il n'existe pas de liaison terrestre de qualité entre la France et l'Inde. Une communication par RNIS ne dure pas plus de quelques minutes sans être interrompue. Malgré les spécifications du RNIS qui garantit un débit donné tant que l'on est connecté, la liaison est de très mauvaise qualité. La situation est bien pire avec Internet puisqu'il n'existe pas de garantie sur le débit (« Best Effort »). Toutefois, nous utilisons Internet pour la phase de connexion par satellite avec l'Inde. Le « chat » offre une solution bien pratique pour communiquer entre les ingénieurs qui contrôlent la transmission satellite.

La solution mise en œuvre par Ficus est donc basée sur le satellite. Jusqu'à une période récente, les satellites ne permettaient pas de communiquer directement entre l'Europe et l'Inde. Le satellite Europe*Star couvre cinq régions : Afrique du sud, Europe (y compris le bassin méditerranéen), Inde, Moyen Orient et le Vietnam. Ce satellite récent a été fabriqué par Alcatel Industries à Toulouse. Le centre de contrôle et d'exploitation du satellite se trouve également à Toulouse.

Afin de réduire les coûts de communication par satellite, nous avons, après de nombreuses séries de tests, opté pour un débit de 2 méga-bits par seconde (au lieu de 8). Ce débit est largement suffisant pour répondre aux exigences pédagogiques citées ci-dessus.

Paradoxalement, plus le débit est faible, plus l'équipement doit être sophistiqué. Il faut mettre en œuvre une forte compression pour descendre à un débit aussi faible. Pour ce faire, il faut respecter certaines contraintes :

- l'équipement de réception et d'émission doit être bien dimensionné (des antennes émettrices et réceptrices de diamètre suffisant, une puissance d'émission suffisante, un décodeur/encodeur de bonne qualité...);

- il faut que le signal vidéo soit de bonne qualité (absence de parasites, pas d'interruption d'image...), il faudrait dans la mesure du possible maintenir une chaîne numérique complète.

Au démarrage, il a donc fallu changer le décodeur indien et changer certains composants de notre équipement vidéo.

En plus de ces aspects techniques, il a fallu monter des dossiers administratifs pour avoir :

- l'autorisation du CSA,
- l'agrément de l'Autorité de Régulation des Télécommunications,
- la validation par l'architecte de l'implantation de l'antenne (2m40 de diamètre),
- la validation par Europe*Star de la conformité de l'installation.

Le format du cours

On utilise les mêmes dispositifs techniques pour la visioconférence par satellite ou pour l'enregistrement de cours. D'ailleurs, les visioconférences sont enregistrées afin d'enrichir le serveur web de FICUS.

On a essayé de nombreuses approches tel que le « smart board » ou tableau digital ou des solutions plus classiques comme le tableau blanc ou le tableau noir. Nous avons eu quelques difficultés pour maîtriser l'éclairage et la qualité de l'image dans ce contexte. Nous avons utilisé un tableau blanc pour les premiers documents. Ils sont disponibles sur le web (<http://ficus.ups-tlse.fr/elearning/module1/> - Lecturers – Vanninathan).

Le choix final s'est porté sur l'utilisation d'un banc titre. Une caméra verticale filme des documents ayant la taille d'une feuille A4. La feuille peut être blanche et remplie comme un tableau. Elle peut jouer le rôle d'un transparent.

On peut utiliser également la sortie d'un ordinateur. Le document

http://ficus.ups-tlse.fr/documents/EMA-03-T05-production_specifications.pdf

présente la technique adoptée pour la production de documents multimédias en conformité avec les exigences pédagogiques.

Le document http://ficus.ups-tlse.fr/documents/EMA-03-T04-visio_specifications.pdf présente le mode d'organisation d'une visioconférence.

Les aspects économiques

Mettre en place une Cyber-université suppose de disposer de toute la technologie nécessaire pour diminuer l'impact de la distance sur la qualité de la pédagogie. Depuis le départ, nous avons considéré que la technologie devait être au service de la pédagogie.

Maintenant que les choix technologiques ont été adoptés, nous proposons une évaluation des aspects économiques pour valider la pérennité de tels choix. Nous analysons ici uniquement les postes technologiques qui peuvent avoir un impact économique différent par rapport aux choix traditionnellement effectués :

- diffusion de cours et de séminaires de haute qualité par satellite,
- production multimédia utilisant les dernières avancées de la vidéo sur Internet et de la synchronisation multi-flux.

Diffusion de cours et de séminaires

Comparons les coûts de deux solutions de communication évoquées précédemment (coûts donnés à titre indicatif) :

- solution RNIS : équipement visio (14 k€), communication (130 €/ heure pour 128 kb/s) sans oublier l'abonnement mensuel de lignes RNIS. Cette communication est bi-point.
- solution Satellite : Station Sol d'émission (90 k€), communication (110 €/heure pour 2 Mb/s). Mais cette communication est multipoint (broadcast).

Nous remarquons que la solution satellite, chère en investissement, offre une meilleure qualité et devient vite rentable à l'usage (frais de fonctionnement), spécialement si nous désirons diffuser vers deux destinations au moins.

Nous rappellerons que la communication RNIS entre la France et l'Inde a été de toutes façons écartée en raison de la mauvaise qualité de la transmission, particulièrement due à des interruptions trop fréquentes de la communication.

Production multimédia

Les choix pédagogiques effectués par les enseignants pour transmettre leur message nous ont conduit à orienter nos travaux vers les technologies de la vidéo numérique et en particulier vers le transport de cette vidéo sur le Web. La contrainte que nous nous sommes fixés était l'accessibilité par une connexion ADSL via Internet. Pour répondre aux problèmes de connectivité de certains étudiants, des CD ont été réalisés archivant ainsi plusieurs heures de cours et/ou de séminaires. Dans beaucoup de projets de formation à distance, la production d'une heure de cours a un coût important ; essentiellement si le support de cours comporte des animations. Ainsi, un produit évolué peut coûter jusqu'à 10 k€/ heure étudiant.

La solution adoptée laisse la liberté complète à la pédagogie de l'enseignant (utilisation de supports photocopiés, dessin et écriture sur un tableau...). La technologie vidéo ne fait que transférer le plus fidèlement cette pédagogie. La production consiste à filmer, traiter la vidéo et convertir dans un format adapté au support. Dans ce cadre, le travail essentiel est de trouver les bons filtres pour le meilleur traitement (la meilleure compression avec une qualité optimale). Le coût du développement est évalué à 300 €/ heure. Ces coûts sont parfaitement cohérents avec la courte durée de vie d'un cours de DEA.

L'environnement vidéo aménagé pour FICUS, a été imaginé pour enregistrer le cours ainsi que les interventions des étudiants locaux et distants.

Evaluation

En raison de la courte durée de vie des modules (2 ans), l'évaluation des modules est faite a priori. Cette évaluation est confiée à un comité scientifique composé de :

- un représentant – reconnu pour ses compétences – de chaque partenaire,
- d'un représentant du comité scientifique du projet FICUS,
- du chef de projet e-m@ths,
- d'un représentant de l'Institut Franco-Indien de Mathématiques (IFIM).

Perspectives

Développer de nouveaux modules Ficus/e-maths

Nous comptons déployer la brique e-m@ths en augmentant le nombre de modules à partir de la rentrée 2004-2005.

Module	Enseignants	Démar- rage
Contrôle et homogénéisation	Keshavan (IMS, Madras) Nandakumaran (IISc, Bangalore) Vanninathan (TIFR, Bangalore) Raymond (UPS, Toulouse)	10/ 2003
Combustion et ondes de choc	Adimurthi (TIFR, Bangalore) Gowda (TIFR, Bangalore) Prasad (IISc, Bangalore) Roquejoffre (UPS, Toulouse)	10/ 2003
Méthodes variationnelles	Srikanth (TIFR, Bangalore) Fleckinger (USS, Toulouse)	10/ 2004
Cryptographie	Balasubramanyan (IMS, Madras) Couveignes (UTM, Toulouse) Ghorpade (IIT Bombay) Hayat-Legrand (UPS, Toulouse) Jarraud (Paris VI) Lachaud (Aix-Marseille II) Seshadri Waldschmidt (Paris VI)	10/ 2004
Electro-magnétisme	Balakrishnan (IISc, Bangalore) Bendali (INSA, Toulouse)	10/ 2005
Equations cinétiques	Rao (IISc, Bangalore) Ben Abdallah (UPS, Toulouse)	10/ 2005
Optimisation de forme	Deshpande (IISc, Bangalore) Masmoudi (UPS, Toulouse)	10/ 2005

D'autres modules sont en cours d'étude :

Module	Enseignants	Démarrage
Contrôle de trajectoires	Noailles (INP, Toulouse)	10/2006
Méthodes de sous-domaines	Maday (Paris VI)	10/2006
Evolutionary Algorithms	Deb (IIT, Kampur) Schoenauer (INRIA, Paris)	10/2006

Sachant que pour chaque module, on dispose d'un polycopié et de documents multimédias, on envisage de réaliser une collection de livres accompagnés de CD-ROM.

Partenariat avec l'AUF

L'AUF a soutenu le projet e-maths pour développer un partenariat avec des pays du bassin méditerranéen. Nous comptons mettre à profit l'équipement satellitaire existant pour diffuser des cours à destination des pays du bassin méditerranéen. Trois cours sont prévus pour l'année 2003-2004. Cet équipement sera utilisé pour diffuser les événements scientifiques les plus importants vers l'Inde et le bassin méditerranéen.

Déploiement de Ficus

L'avenir de e-m@ths, la première brique (ou première pousse) de Ficus dépend du déploiement du projet qui prévoit un certain nombre de thèmes tels que :

- l'aéronautique et l'espace,
- le contrôle,
- l'informatique,
- l'électronique,
- le design.

C'est en fédérant des moyens communs entre les différentes briques que le projet peut fonctionner d'une manière efficace. Nous espérons disposer à terme d'un technicien ayant les compétences nécessaires pour effectuer les opérations suivantes :

- entretien et mise à disposition de l'équipement,
- établir/arrêter la connexion satellitaire,
- produire des documents multimédias pour le web,
- gestion du serveur web de FICUS.

Nous pensons que ce recrutement peut être justifié par le déploiement de la brique e-m@ths et d'autres briques telles que l'aéronautique et l'espace ou l'informatique.

La mise en place de nouvelles briques peut servir au développement de e-m@ths et réciproquement, tous les développements réalisés dans le cadre de e-m@ths peuvent être réutilisés pour les nouvelles briques. En particulier, l'installation vidéo et satellitaire est à la disposition de nouveaux projets.

Précisons que le CNES, sous l'impulsion de Hubert Diez, lance le projet Midicast pour la réalisation d'une plate-forme satellitaire, en Midi-Pyrénées et en Aquitaine. Cette plateforme est destinée au développement de la formation initiale et continue par satellite. Ce projet pourrait faciliter le déploiement de Ficus.

La brique Aéronautique et Espace

La brique Aéronautique et Espace, prévue par le MoU semble intéresser les deux parties. Le comité de pilotage du projet de la Cyber-Université a récemment confié à l'université Paris VI la responsabilité de développer cette nouvelle brique.

Conclusion

Après les phases d'opportunité et de faisabilité en 2000-2002, la réalisation d'un démonstrateur à l'occasion d'un Workshop début 2003 a permis la validation de différents choix aussi bien pédagogiques et techniques. La Cyber-Université FICUS, et spécifiquement sa brique e-m@ths, est entrée dans la phase opérationnelle depuis octobre 2003.

Les choix pédagogiques, spécifiques dans certains aspects à l'enseignement des mathématiques, ont toujours guidés les choix techniques. L'évolution rapide des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication a contribué largement à rendre certains choix techniques réalisables. Nous citons à titre d'exemple deux évolutions technologiques majeures :

- la communication par satellite directe entre la France et l'Inde, irréalisable au début du projet et qui fut possible par le lancement d'Europe*Star en 2002 ;
- la compression vidéo et les techniques d'accès à Internet ont permis la mise à disposition de flux vidéo de bonne qualité.

Les aspects économiques ont été pris en compte et spécialement les coûts de production. En effet, nous devons considérer qu'un cours de niveau Master n'est pas aussi amortissable qu'un cours de 1er cycle. L'évolution rapide du cours ainsi que le manque de disponibilité des enseignants-chercheurs nous a conduit à concentrer notre effort sur les dernières technologies du multimédia numérique. Le retour d'expérience nous incite à pousser plus avant une analyse autour de l'efficacité pédagogique comparée de documents vidéos simples et de documents texte ou hypertexte aussi ergonomiques soient-ils.

Plus d'information

Web : <http://ficus-project.info/>