

**« VISIO-ENSEIGNEMENT » : UNE SOLUTION POSSIBLE
POUR UN ENSEIGNEMENT COOPERATIF ET DISTRIBUE**

**"VISIO-TEACHING": A POTENTIAL SOLUTION
FOR COOPERATIVE AND DISTRIBUTED COURSE.**

Christophe Migeon,

Doctorant et Ingénieur en Informatique

cmigeon@free.fr , (+33) (0) 6 08 84 39 32

Jean-Yves Ramel,

Maître de Conférences

Jean-yves.ramel@univ-tours.fr , (+33) (0) 2 47 36 14 26

Sébastien Renon,

Ingénieur en Informatique

sebastienrenon@free.fr , (+33) (0) 6 19 79 88 04

Adresse professionnelle

Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Polytechnique Universitaire de Tours - Indre et Loire

★ 64, Avenue Jean Portalis ★ F-37200 Tours

Résumé : Notre travail s'inscrit dans le vaste cadre d'une recherche de nouveaux systèmes de télé-enseignement avec comme objectif la conception, l'expérimentation et la mise en place de systèmes informatiques multimédias pour la diffusion de cours en ligne. Nos réflexions et développements ont abouti au concept de « Visio-enseignement » dont l'objectif est de proposer aux usagers des outils technologiques permettant de conserver la simplicité et l'interactivité des cours traditionnels. Cette article vous propose de décrire ce concept dont les facettes principales sont : d'une part, la structuration des outils et fonctionnalités logicielles et d'autre part, l'infrastructure matériel et réseau mise en place. Nous terminerons par un bilan sur les tests fonctionnels réalisés afin de valider l'ergonomie et la facilité d'usage du système obtenu.

Summary : This work takes place within the scope of online learning. Its aim is to implement and experiment complete multimedia systems for broadcasting online courses. Our works have come off to "Visio-Teaching" concept whose purpose is to provide technological tools preserving the conviviality and the simplicity of traditional courses. This article propose us to describe this concept whose principal facets are in first part, the software functionality and tools organization and in the second part, the built hardware and network infrastructure. We conclude with a statement on the functional tests we realized to validate the usability and the ergonomics of the obtained system.

Mots clés : systèmes et outils pédagogiques, enseignement par outils coopératifs, apprentissage distribué, communication par visio-enseignement, interface homme-machine.

« Visio-enseignement » : une solution possible pour un enseignement coopératif et distribué

“Visio-teaching”: a potential solution for cooperative and distributed course

1 – INTRODUCTION ET CONTEXTE

Dans le contexte actuel, les connaissances dans tous les domaines sont de plus en plus pointues, l'expertise est de plus en plus localisée et la demande des étudiants de plus en plus forte. Deux options se présentent alors : regrouper les étudiants ou déplacer les experts. Avec l'intensification des relations internationales, le regroupement d'étudiants est impossible. Les experts sont donc amenés à se déplacer afin de dispenser l'enseignement nécessaire à la transmission de leur connaissance. Cela implique un coût important et une logistique lourde. (emploi du temps, décalage horaire, hébergement, restauration, transport, etc.) Cela inclut aussi une perte de temps, de la fatigue supplémentaire, un éloignement du laboratoire et du domicile, etc. Il faut aussi prendre en compte les risques potentiels induits lors de ces déplacements (accidents, attentats, etc.)

Actuellement, des solutions alternatives existent (e-learning, plate-forme de téléformation (LMS), campus virtuel, visiophonie, visioconférence, Web streaming, broadcast, ...). Après l'engouement des technologies Internet de l'an 2000, beaucoup d'expériences de cette nature ont été faites. Que reste il aujourd'hui ? Le manque flagrant d'interactivité des équipements actuels constitue un frein sérieux à leur utilisation et à leur développement. Dans certains cas, la création de matériel pédagogique nécessite une révision complète de la méthode d'enseignement. Hormis le contenu de la formation, maîtrisé par l'enseignant, la méthode relève alors parfois de la compétence d'une mise en scène à la “ Georges LUCAS ” afin d'y donner un certain attrait pour les étudiants.

2 - OBJET DE NOTRE ETUDE

Fort de ces constatations, nous nous sommes penchés sur ces problèmes afin d'y trouver une solution originale. Depuis maintenant quatre ans, le Département et le Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours développent un concept et un outil innovants que nous nommerons « visio-enseignement ».

Tout au long du développement de notre outil, en concertation avec des enseignants, nous nous sommes principalement attachés à conserver les méthodes traditionnelles d'enseignement tout en permettant de s'adresser à des étudiants géographiquement délocalisés grâce à l'assemblage de différents moyens technologiques de communication et de traitement de l'information. Afin de perturber au minimum l'enseignant, nous avons recherché à simplifier au maximum l'usage de ces moyens qui sont naturellement techniques donc complexes.

Afin de valider notre projet, nous avons effectué une étude auprès de l'ensemble des enseignants de l'Université de Tours. Sur 90 réponses reçues, 46,7% d'entre eux nous déclarent donner des cours dans d'autres Universités, mais seulement 6,7% ont une expérience d'enseignement à distance. 48,9% d'entre eux déclarent être intéressés par l'usage d'un tel outil afin d'optimiser leur emploi du temps.

3 - FONCTIONNALITES OFFERTES

Cet outil permet de reconstituer virtuellement une salle de cours, un amphithéâtre, une salle de travaux dirigés en mettant en relation plusieurs localisations géographiques tout en conservant l'interactivité habituelle et nécessaire pour ce type d'activité. L'enseignant n'est pas physiquement dans toutes les salles, mais les étudiants peuvent le

voir, l'entendre et intervenir à tout moment s'ils en ressentent le besoin. De même l'enseignant voit l'ensemble de ces étudiants quelque soit leur localisation géographique.

Actuellement seul les cours magistraux et standards sont opérationnels. Les cours de type travaux dirigés seront bientôt possibles grâce à un développement récent.

Le système actuel permet de mettre en relation jusqu'à quatre salles équipées de matériels équivalents ou plus rudimentaires aux nôtres. Parmi l'ensemble des salles, pour l'activité de « visio-enseignement », une seule se positionne en « salle professeur », les autres en « salles étudiants » pilotées par la première. L'ensemble est interconnecté soit par des conduits RNIS et/ou par un réseau IP de 128 kb/s de bande passante minimum par site connecté.

Chaque salle associe tous les éléments d'une salle de cours et de réunion à un matériel de visioconférence. Elle est donc équipée d'un CODEC, d'un système de suivi vidéo de la personne qui a la parole, d'un système de prise, de restitution d'images et de son, d'un système de capture numérique du tableau, d'un système de projection de documents numériques et vidéos, d'un système d'asservissement des fonctions annexes (éclairage, rideau, etc.) et enfin d'un système de pilotage de l'ensemble via un écran tactile qui constitue l'interface Homme-Machine .

Pour chaque salle, trois modes principaux d'utilisation sont possibles et configurables simplement par l'intermédiaire de cet écran :

3.1 - En mode local (ou déconnecté)

Tous les équipements peuvent être utilisés sauf le CODEC de visioconférence qui reste inactif.

Le cours se déroulant normalement, l'enseignant a la capacité d'utiliser les équipements pour :

- Utiliser le tableau numérique afin de récupérer les écrits pour les réutiliser ultérieurement (par exemple : constituer facilement un polycopié automatique, projeter ce cours aux sessions suivantes, etc.)
- Utiliser le matériel audio-vidéo pour projeter des documents papier, analogique et numérique du type

diaporama, vidéogramme (Cassette, DVD, AVI, etc.)

3.2 - En mode visioconférence

En plus de l'écran tactile, une télécommande permet de configurer la salle, le matériel de communication est actif, trois connexions vers d'autres salles sont possibles simultanément. Le son et l'image de toutes les salles sont retransmis d'un site aux autres. Pour une présentation électronique de type diaporama ou d'un document imprimé de type transparent, la diffusion s'effectue en local comme sur les sites distants au travers d'une vidéo projection. Le téléviseur ou le vidéo projecteur sert à projeter l'image du ou des sites distants.

3.3 - En mode « visio-enseignement » (travail collaboratif)

la salle peut prendre deux états fonctionnels :

- « Salle professeur » : l'enseignant ou l'intervenant se trouve dans cette salle. En plus de l'usage des systèmes des modes précédents, la localisation et les mouvements de l'intervenant sont suivis par une caméra mobile pilotée automatiquement par un système de détection de mouvements, afin que l'image transmise aux autres salles soit toujours centrée sur celui qui parle tout en préservant sa mobilité, sa liberté de mouvement. L'intervenant voit les « élèves » distants sur un écran afin d'avoir une vue complète de l'ensemble de ses étudiants.
- « Salle étudiant » : les étudiants qui ne sont pas dans la « salle professeur » suivent l'enseignant sur un écran dit « professeur » autre que le tableau. Sur leur tableau, les écrits de l'intervenant se font comme si celui-ci, était dans toutes les salles. Dans cet état, un balayage ou une vue complète de la salle « étudiant » est possible pour en transmettre les images à la « salle professeur ».

Pour l'ensemble de ces modes d'utilisation, nous avons porté une attention toute particulière aux fonctionnalités du tableau qui est l'élément matériel essentiel pour une salle d'enseignement. Il renforce l'interactivité en permettant de partager simultanément les écrits produits dans chacune des salles.

Notre implémentation actuelle permet à l'enseignant de capturer et de retraiter les écrits portés sur ce tableau afin de le convertir en fichier Microsoft PowerPoint. Grâce à des gestes réalisés judicieusement sur une zone précise du tableau, un traitement spécifique permet d'exploiter les fonctions d'animation de Microsoft PowerPoint sur le document définitif. L'enseignant est alors apte à réutiliser le produit de ce traitement en présentation numérique animée directement utilisable durant les cours suivants ou une fois imprimé, comme un polycopié.

Une évolution prochaine de ce tableau permettra de réaliser des cours de type "travaux dirigés" où par exemple, l'enseignant écrit un exercice au tableau et un étudiant, où qu'il soit, pourra venir en faire la correction pour tout le monde. De façon générale, en mode « visio-enseignement » nous mélangerons sur les tableaux une image numérique projetée des N tableaux distants et les écrits locaux. Si l'enseignant le souhaite, il sera possible de récupérer l'ensemble des écrits à partir d'une des salles.

Nous travaillons aussi sur une fonction de reconnaissance de l'écriture manuscrite basée sur l'analyse des gestes élémentaires réalisés et capturés sur le tableau. Du fait que plusieurs personnes peuvent écrire sur ce tableau, de façon complètement distribuée, toutes méthodes nécessitant un lourd apprentissage sont inéligibles d'office.

Concernant l'ensemble, une évolution prochaine du système de pilotage permettra à la "salle professeur" de prendre la main sur les "salles élèves" pour les mettre dans la position optimale pour l'enseignement à dispenser.

Bien que hautement technologique, ce système s'utilise de manière conviviale, intuitive et centralisée grâce à la domotique et à un environnement de pilotage développé par nos soins.

4 - ARCHITECTURE MATERIELLE ET LOGICIELLE

Ce système est constitué de plusieurs modules à la fois matériels et logiciels. Il met en jeu des équipements et des techniques de type audio-vidéos, automatismes, informatiques et télécommunications.

4.1 - Architecture matérielle

Le système installé dans chaque salle est basé sur un CODEC dont la fonction est de coder et décoder des signaux audio-vidéos pour les transporter sur un support de télécommunication informatisé et optimisé. Cet équipement est actuellement un matériel standard du marché disposant des fonctions essentielles validées par les normes (fonctions télécommunications) : H320, H323, (fonctions vidéos) : H261, H263, H264, (fonctions audio) : G711, G722, G728 et la spécificité Dual Vidéo qui permet de transmettre deux canaux vidéos en même temps sur le même support. Le CODEC doit disposer de la fonction multi site : H243. Cette fonctionnalité de pont multi site permet de connecter de 2 à n salles sur la même réunion ou session en simultané.

Ces CODEC sont interconnectés soit via un réseau de liens de type RNIS / T0 (128kb/s) par salle simultanée et/ou par un réseau IP ayant une bande passante et une qualité de service IP suffisante pour assurer un débit fluide équivalent. En résumé, pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble en mode « visio-enseignement » les CODEC doivent échanger des informations au minimum sur trois canaux : un duplex audio, un duplex vidéo et un canal informatique.



« 1. Vue de la baie technique »

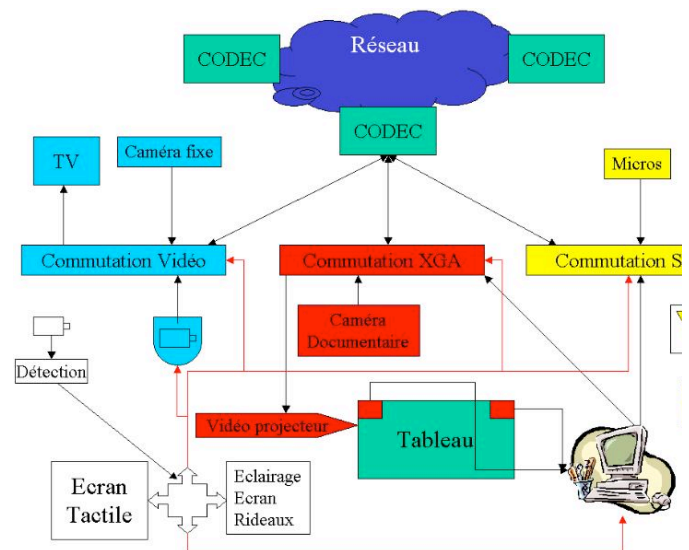
Autour du CODEC les périphériques suivants doivent y être connectés :

- une caméra dôme 360° pilotable, pour les prises de vue mobile,
- deux caméras fixes pour la détection des mouvements pilotant la caméra dôme et la prise de vue d'ensemble,
- un réseau de micro d'ambiance permettant à tout étudiant de réagir en temps réel,
- un micro cravate sans fil pour l'enseignant,
- un micro sans fil disponible pour les étudiant souhaitant intervenir de façon durable (présence au tableau, etc.)
- d'un système de restitution du son (haut-parleur et amplificateur),
- un téléviseur permettant soit de suivre le professeur pour les « salles élèves » soit à l'enseignant de voir l'ensemble de ces élèves de la « salle professeur »,
- d'un caméra documentaire pour la projection de document papier ou de transparent,
- d'un combiné magnétoscope, DVD, CD-ROM pour utiliser des supports pédagogiques audio-visuels,
- d'un vidéo projecteur permettant la projection des signaux vidéo en provenance du CODEC ou des signaux numériques en provenance du PC,
- d'un ensemble tableau numérique constitué d'un PC, d'un tableau blanc standard et d'un système de capture de geste.

Des matrices de commutation audio-vidéo pilotables permettent d'aiguiller les bons signaux aux bons équipements en fonction de ce que l'on souhaite faire.

Enfin, le tout est piloté par un automate programmable qui commande les matrices de commutation, le CODEC, la caméra dôme, le PC, mais aussi la domotique liée au contrôle de la lumière (gradation lumineuse, allumage, extinction des lumières, occultation des fenêtres, etc.), au déplacement de partie mobile de la salle pour la mettre dans une position désirée (montée ou descente d'un tableau, etc.)

Afin de rendre le tout utilisable par tout utilisateur, le système dispose d'un écran tactile permettant de réaliser une interface Homme Machine intuitive et conviviale.



« 2. Schéma synoptique simplifié »

4.2 - Architecture logicielle

Des logiciels interviennent à tous les niveaux, une partie est embarquée dans les équipements et n'ont pas fait l'objet de modifications lourdes, un simple paramétrage a été effectué. Les logiciels développés spécifiquement sont localisés dans la partie pilotage et dans les fonctions de haut niveau du système tel que le tableau numérique et le système de pilotage avec son interface Homme-Machine.

4.2.1 - Le tableau numérique

Un tableau blanc équipé d'un système de capteurs connectés à un PC, récolte les coordonnées des mouvements que nous appellerons « geste » et les couleurs des feutres utilisés lors de l'écriture.

Le logiciel développé :

- collecte les gestes pendant la prestation de l'intervenant,
- sauvegarde ces informations sur disque en fin de l'intervention,
- les converties en un fichier Microsoft PowerPoint.

Pendant la conversion, celui-ci recherche les gestes spéciaux qui représentent un point de séparation entre deux paragraphes pour activer une animation Microsoft PowerPoint.

Afin de développer et de tester la reconnaissance de l'écriture manuscrite en analysant les gestes élémentaires, nous avons décidé de capturer pour chaque point : la position, la couleur et le temps. Ces informations constituent un ensemble de quadruplet permettant de reproduire chaque geste élémentaire constituant l'écriture produite au tableau par une personne. Grâce à ces données, nous disposons de la forme des gestes élémentaires mais aussi de leurs dynamiques et enfin de l'ordre d'exécution de ceux-ci. L'association en groupes de plusieurs gestes doit permettre d'isoler des lettres puis des mots sans avoir à passer par un lourd apprentissage.

4.2.2 - L'interface Homme-Machine,

Le développement de l'automate et de l'interface Homme-Machine a été réalisée conjointement avec les utilisateurs et les concepteurs du système. Le produit fini est architecturé conformément aux trois états principaux évoqués ci-dessus.

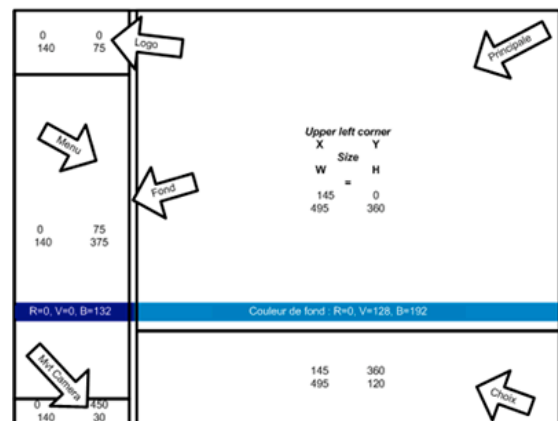
Nous avons défini une charte graphique et intégré chaque équipement dans l'automate.

Chaque objet graphique de l'interface correspond à un événement, à l'appel d'un autre écran ou à l'envoi d'une commande à un équipement précis.

L'automate réagit en fonction des ordres qu'il reçoit et met les équipements concernés dans l'état souhaité (mise en fonction, hors fonction, monte ou descend l'écran, tire les rideaux, réduit l'éclairage, lance une connexion visioconférence, etc.)



Ecran tactile : 640*480 pixels



« 3. Charte graphique »

La télécommande du CODEC a aussi été intégrée dans ce système en associant les signaux infrarouges transmis à un état de configuration des équipements.

Dans le mode « Visio-enseignement », nous avons vu précédemment qu'une salle peut prendre deux états (professeur ou élèves) et afin de rendre l'usage du système encore plus simple, un développement en cours permettra de synchroniser l'état des salles interconnectées entre elles : si l'une d'elles prend l'état « professeur », les autres se positionneront par défaut dans l'état « étudiant ».



« 4. Vue du bureau de l'intervenant »

5 - EXPERIMENTATIONS

Grâce à un financement de l'Université de Tours, un prototype de salle de « visio-enseignement » a été constitué et installé au sein de l'École Polytechnique Universitaire de Tours.

Cette salle a été inaugurée le 10 avril 2003. Elle est opérationnelle depuis juin 2003. Depuis, de nombreux essais ont été effectués avec d'autres Universités durant plusieurs heures de cours et de réunions.

Nos expérimentations se sont portées sur trois axes : des tests techniques, validation de l'ergonomie et évaluation de la potentialité de développement du concept :

- Test de fonctionnement de chaque équipement de façon individuelle et de l'ensemble intégré. La plus grande difficulté a été de trouver au sein de certaines Universités, les bons correspondants pour participer à nos tests. Néanmoins, notre démarche a été d'utiliser toutes les occasions possibles et tous les contacts connus pour faire les tests et valider le son, l'éclairage, les contraintes de communications, etc. Ces tests ont été effectués soit via RNIS ou par IP. Nos tests ont démontré que le manque de bande passante sur une partie d'un réseau IP constitue un problème majeur pour la bonne qualité de la communication et donc du bon déroulement de la séance. Nous avons effectué des essais avec des matériels distants très variés allant du simple PC avec Microsoft Net Meeting à des CODEC semblables au

nôtre voire de fonctionnalité supérieure. Il est évident que les fonctionnalités disponibles sont déterminées par celle du plus faible des CODEC mis en relation. Dans le concept idéal du « visio-enseignement », des CODEC identiques, équivalents doivent être en place dans chacune des salles. Leur mise en relation nécessite un support réseau atteignant une qualité de service d'un minimum de 64 kb/s garantie en mode dégradé et de 128 kb/s en mode normal.

- Tests d'ergonomie réalisés avec l'aide du personnel enseignant. Ces tests ont démontré la simplicité d'utilisation de notre environnement, principalement du fait de l'usage de l'écran tactile qui par l'intermédiaire d'interfaces intuitives permet de tirer partie de toutes les fonctionnalités de notre produit. La plupart des personnes ayant utilisés ou vu fonctionner la salle sont enthousiasmées et stupéfaites par sa facilité d'emploi.
- Test d'intérêt porté au projet par les futurs utilisateurs. A la suite de la journée d'inauguration, nous avons dispensé de nombreuses séances d'information et de formation au responsable de département et à toutes personnes supposées utiliser ce système. Nous avons élargi notre enquête en recherchant le potentiel futur d'un déploiement massif de ce concept. Nous avons donc identifié tous les établissements d'enseignement susceptibles d'être intéressés par cet outil. Il s'agit à ce jour de 82 universités, 22 autres instituts, écoles et grands établissements et 29 instituts universitaires de formation des maîtres, proposant un enseignement à distance. C'est sans compter avec les relations Internationales que ces entités initient ou entretiennent.

L'ensemble du concept fait l'objet d'une demande de protection par brevet depuis 2003.

Un projet de création d'entreprise concernant le développement et la commercialisation de ce produit a fait l'objet d'une participation au Concours ANVAR 2004.

6 - BILAN ET CONCLUSION

Cet équipement présente néanmoins quelques inconvénients dont le principal est son coût, soit 50 k€ en 2003 pour l'ensemble du matériel actif ! Il faut y ajouter la salle et ses aménagements. (les revêtements muraux, la peinture, le mobilier, les viabilités, etc.) De plus, même si les enseignants sont curieux de faire une expérience d'enseignement à distance, une certaine résistance au changement est prévisible et constitue le second problème majeur.

Comme la visioconférence, le « visio-enseignement » ne remplacera pas totalement les déplacements. Le contact physique et la connaissance de l'équipe pédagogique locale sont irremplaçables et facilitent grandement les échanges. Néanmoins, la salle est très appréciée des utilisateurs de part ses fonctionnalités et son aménagement.

Ce concept semble donc avoir un avenir et dore et déjà de nombreux cours de médecine sont planifiés pour l'année et de plus en plus de réunions se font dans cette salle.

Il faut aussi noter qu'un engagement humain important est nécessaire pour la réussite de projet de cette nature.

Un engagement ferme de la direction de l'Université de Tours a été pris dans ce sens et a permis de débloquer les fonds et de motiver les responsables.

De plus, afin de permettre un bon démarrage de l'outil, des sessions d'information et de formation d'une heure environ ont été immédiatement dispensées à l'ensemble des responsables de l'Université, afin de communiquer sur les fonctionnalités, les possibilités de ce système tout en effectuant une certaine démystification. Cela permet à tout le monde de parler de la même chose et à chacun de faire son propre avis sur la question.

7 - REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les étudiants du Département Informatique de l'Ecole Polytechnique de Tours qui pendant quatre ans ont fortement contribué au développement de ce prototype.

Un grand merci à Christian PROUST (Directeur de l'Ecole Polytechnique de

TOURS) qui entre autres, nous a permis d'obtenir les fonds et les contacts essentiels à la réalisation de nos tests.

BIBLIOGRAPHIE

- Gemme, (2000) *La visioconférence : usages, stratégies, moyens*. Université Paris VI
- Bisiaux, G., Rappachi, B., *Déploiement de la visioconférence IP dans un établissement. – Etat de l'art et évolution des protocoles*.
- Leng Theng, Y., (1998) *Better design and development of hypermedia materials for teaching and learning*, *Conference on Internet-based teaching and learning*, September 1998, Strasbourg, France. p96-97
- Prévost, J., *La vidéo numérique sur IP et la communauté Renater*.
- Baudin, V., Royo, P., Owezarski, T., Gayraud, S., Owezarski, S., *Une visio-conférence sur réseau IP*.