

**Rapport sur l'installation d'un système de
Visio-enseignement, visio-recherche
A l'Université Paris 7 - Denis Diderot
Par Gilbert SOL, juillet 2001
Convention E.1046**

Dans le cadre de l'appel à propositions lancé le 12 juillet 1995 par la Région Ile de France, l'Université Paris 7 - Denis Diderot a présenté, en septembre 1995, un projet d'installation d'un système de visio-enseignement visio-recherche, approuvé par la Commission Permanente du Conseil Régional du mois de décembre 1995. Une première convention, notifiée le 17 juillet 1996, portait sur une aide de la Région Ile de France d'un montant de 1,9 MF.

Cependant, la décision de procéder à l'enlèvement de l'amiante sur le Campus de Jussieu, annoncée en septembre 1996, suivie de plusieurs projets successifs de déménagement, a retardé la mise en place des installations de visioconférence.

Malgré ces difficultés, nous nous attacherons dans ce rapport à montrer que les objectifs que nous nous étions fixés lors du dépôt du projet (copie en annexe 1), ont bien été réalisés. Nous rappelons que ces objectifs se déclinaient selon trois axes : utilisation de l'outil pour l'enseignement et la retransmission de résultats de la Recherche, formation à l'utilisation de l'outil et, recherche et développements sur l'outil et son adaptation à l'enseignement et à la recherche. En particulier, nous montrerons en dernière partie comment et pourquoi nous avons construit ce système de visioconférence.

1 - Historique

En septembre 1995, suite à l'appel à proposition lancé par la Région Ile de France, l'Université Paris 7 - Denis Diderot dépose un projet de mise en place d'un système de visio-enseignement visio-recherche. Les responsables du dossier sont : Madame Irène Arditi chargée de mission et Gilbert SOL responsable du DESS "Applications de la Télématique"¹ et des enseignements "Réseaux et télécommunications" à l'ESITCOM².

Dès l'annonce de l'acceptation du projet qui sera conventionné le 17 juillet 1996 avec une aide de 1,9 MF, la mission de développer visio-enseignement et visio-recherche est confiée à Gilbert SOL et, en mars 1996, pour l'aider dans cette tâche, est affectée à temps complet, Laurette Fleury, contractuelle, titulaire du DESS «Applications de la Télématique» et compétente en matière de formation en informatique pour adultes. En septembre 1996, s'ajoute un ingénieur d'étude, recruté par concours externe, à compétences audiovisuelles, en la personne de Jacques Chatelot. Pour se donner les moyens de développer la visioconférence, une structure dénommée « VisioP7» est créée en novembre 1996, avec autonomie financière gérée, à temps partiel, par Hélène Gosse.

De juin à septembre 1996, deux stagiaires de l'ESITCOM, Bernard Biron et Jean-Marc Gilbert mettent en place une liste de diffusion pour traiter des sujets se rapportant à la visioconférence et une base de données techniques (renseignée automatiquement par l'Internet) sur l'ensemble des établissements ou entreprises de la zone francophone, équipés de

¹ Ce DESS sera réhabilité en 1999 sous le nom de DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique".

² ESITCOM : (Ecole Supérieure en Ingénierie des Télécommunications) école d'ingénieur en trois ans de type NFI (Nouvelles Formations d'Ingénieurs) créée à l'Université de Marne la Vallée en collaboration avec l'Université Paris 7 - Denis Diderot, l'ESIEE et France Télécom.

matériel de visioconférence³ (la gestion de cette base de donnée sera améliorée en 1997 par un autre stagiaire de l'ESITCOM, Alain Gauthier).

Fin 1996, la décision de procéder à l'enlèvement de l'amiante sans que soit encore définie une ébauche de planification, nous entraîne à acquérir du matériel mobile. Après une étude comparative très approfondie, notre choix s'est porté sur un meuble de visioconférence SONY TRINICOM 5000 correspondant à la meilleure adéquation entre coût et usages en environnement de formation (bonne ergonomie, qualité d'affichage, codec⁴ à 384 kbit/s, possibilité de recevoir simultanément trois autres sites à 128 kbit/s chacun, sans avoir besoin

de faire appel à un pont externe...). Nous lui avons adjoint un ensemble d'auxiliaires pédagogiques : caméra document (banc-titre), micro-ordinateur avec convertisseur professionnel SVGA/PAL (pour une bonne qualité du rendu de l'écran du micro-ordinateur), magnétoscope, lecteur de CDI, lecteur de vidéodisques, moniteur de contrôle ... le tout



regroupé sur un chariot mobile. Ce matériel nous a permis d'effectuer les premiers cours, d'octobre à décembre 1998, à raison de 3 heures par semaine, en didactique de la physique, entre l'Université Paris 7 - Denis Diderot et l'Université Claude Bernard - Lyon 1. Ce système est encore utilisé dans le cadre de visio-réunions ou dans un acte d'enseignement lorsque le professeur exerce depuis Paris à destination d'étudiants distants (en particulier dans le cadre des enseignements de la Maîtrise TIC⁵ de l'Université de Limoges).

De juin à novembre 1997, Stéphane Le Moal stagiaire de dernière année d'ESITCOM, participe à la préparation d'un projet de visioconférence sur ATM⁶ qui sera présenté et accepté dans le cadre d'EFRA (Expérimentation Francilienne de Réseaux ATM). Ce projet est mis en œuvre avec la collaboration de Christophe Boutin stagiaire de l'ESITCOM et Fabien Derouet stagiaire du DESS "Applications de la Télématique" pendant l'année universitaire 1997-98, puis avec Gilbert Nguyen, stagiaire du DESS "Applications de la Télématique" en 1998-99. Le projet EFRA nous a permis de poser les fondements de notre conception actuelle de la visioconférence puisque nous avons mis en place une régie minimale (sur un seul chariot) intégrant la gestion de la vidéo avec table d'effets (pour, par exemple, afficher deux sources), deux caméras, deux téléviseurs (un pour afficher simultanément 4 sources grâce à un multiplexeur appelé QUAD, l'autre comme contrôle), une matrice de commutation



³ Consultation : <http://www.artemis.jussieu.fr/visiop7>

⁴ Codec : système matériel ou logiciel pour le codage et le décodage des images et du son pour leur retransmission sur un réseau numérique.

⁵ TIC : Technologies de l'Information et de la Communication.

⁶ ATM : (*Asynchronous Transfer Mode*) réseau à commutation de cellules à très haut débit.

vidéo (8 x 8), un magnétoscope, deux microphones sans fil, les codecs et le commutateur ATM. Ce dispositif nous permettra d'expérimenter avec l'ENS (Ecole Normale Supérieure) de Cachan le "visiolabo"⁷ et d'effectuer les premiers cours en commun avec l'ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications) de Paris à partir de janvier 1999, un module de 30 heures sur les réseaux Haut débit renouvelé depuis, chaque année, et validé à l'Université Paris 7 - Denis Diderot, dans le cadre du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématicque".

Les incertitudes sur la planification de l'enlèvement de l'amiante, nous ont amené à changer à plusieurs reprises les prévisions d'implantation du centre de visioconférence. Devant les difficultés, fin 1999, nous avons décidé d'éclater les différentes fonctionnalités sur plusieurs salles, plus faciles à réaménager : une salle de visio-réunion, une salle de cours, un amphithéâtre et un système mobile pour saisir des expériences de laboratoire. Ces divers retards ont été ponctués de deux avenants, un le 23 juillet 1998 pour 1 an, l'autre le 26 janvier 2000 pour 3 ans.

De juin à septembre 1999, avec l'aide d'Olivier Bono stagiaire de l'ESITCOM, nous avons mis en place un serveur de "Streaming video"⁸, activé la réception MBone⁹, testé NetMeeting et conçu la plate-forme multiréseaux-multitechniques qui nous permet de passer d'un réseau à l'autre indépendamment du débit et du type de compression. C'est ainsi qu'en novembre 1999, nous transmettons sur le Salon de l'Education, Porte de Versailles, une expérience faisant intervenir le microscope électronique de l'ENS de Cachan. Le son et les images sont envoyés en temps réel à notre plate-forme, en ATM du côté de l'ENS de Cachan à 10 Mbit/s en MJPEG¹⁰, par NUMERIS¹¹ à 512 kbit/s en H 320¹² du côté du Salon. Simultanément, les internautes ont pu assister à l'expérience en RealVideo¹³ depuis leur micro-ordinateur. Cette démonstration est toujours visible sur l'Internet à l'adresse : <http://www.artemis.jussieu.fr/salon>.

Fin 1999, la première version de la plate-forme équipe la salle 104 couloir 46-0. Doublée d'une régie audio-vidéo, architecturée autour d'une nouvelle matrice de commutation vidéo 16 x 16 doublée pour la distribution vers les codecs par l'ancienne matrice 8 x 8 et d'une table de mixage son 16 entrées et 10 sorties, cette plate-forme, capable d'accueillir plus de 8 sites simultanément (indépendamment des techniques et réseaux) assurera le partage et la diffusion des cours ou autres interventions. C'est ainsi que tous les mardis, les cours du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématicques" seront diffusés en temps réel sur le Mbone, en "streaming video" et à partir de mars 2000 par satellite dans le cadre de l'expérimentation SAT & CLIC du Ministère de l'Education et de la Recherche (les cours sont transmis de

⁷ Ce concept traité dans le rapport final du projet EFRA ne sera pas développé ici.

⁸ "Streaming Video" : technique utilisée sur l'Internet pour visualiser une vidéo pratiquement en temps réel. Elle nécessite un serveur qui adapte la qualité au débit du réseau.

⁹ Mbone : (*Multicast Back Bone*) sous réseau de l'Internet permettant grâce à des logiciels spécifiques de faire de la visioconférence entre plusieurs sites simultanément.

¹⁰ MJPEG : *Motion JPEG (Joint Photographic Experts Group)* norme de compression d'images animées considérant chaque image successive comme indépendante ; simple et rapide, elle présente cependant l'inconvénient d'engendrer des débits élevés.

¹¹ NUMERIS : réseau RNIS (Réseau Numérique avec Intégration des Services) de France Télécom offrant pour chaque accès des débits de 128 kbit/s (2 x 64). Pour obtenir des débits plus élevés, il suffit de regrouper plusieurs accès ; par exemple avec 4 accès, on obtient 512 kbit/s.

¹² H 320 : norme de visioconférence sur réseau RNIS éditée par l'UIT-T (Union Internationale des Télécommunications - Secteur de la normalisation des Télécommunications), organisme international de normalisation siégeant à Genève.

¹³ RealVideo : technique de "streaming video" mise au point par la société Real Networks.

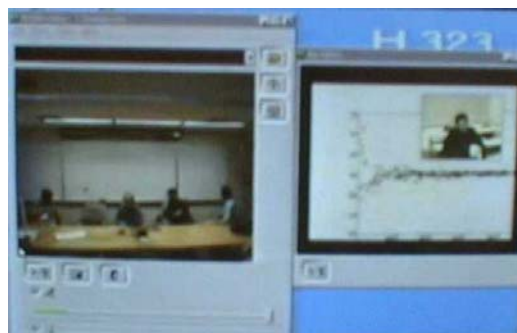
Jussieu jusqu'à Vélizy par liaison terrestre à la société Matra-Grollier qui les retransmet vers le satellite HOT-BIRD de TPS ; la réception s'effectue au format IP¹⁴, grâce à une carte sur un micro-ordinateur). C'est ainsi que des étudiants de licence et maîtrise TIC de Limoges, en contrat "emploi jeune" dans des établissements scolaires équipés, de l'Académie de Limoges peuvent assister à ces cours. Les cours du DESS sont aussi enregistrés sur un serveur vidéo et les étudiants peuvent les consulter depuis leur poste de travail, lorsqu'ils le désirent pour préparer, en particulier, leurs examens¹⁵. Tout au long de l'année 2000, les nombreuses expériences réalisées vont nous entraîner à améliorer et à consolider cette plate-forme en particulier dans le domaine de la visioconférence sur l'Internet.



Parallèlement, la salle de cours est, elle aussi, adaptée, avec 4 caméras, banc-titre, tableau électronique, écrans supplémentaires pour le professeur et les étudiants... Le nombre de sources traitées simultanément ou susceptible d'être traitées, étant en continuelle augmentation, l'acquisition d'une matrice de commutation vidéo de 32 x 32 s'est avérée indispensable (la matrice 16 x 16 est dévolue à la distribution des codecs en remplacement de la matrice 8 x 8 qui sera utilisée pour l'amphithéâtre) ainsi qu'une deuxième table de mixage son. On peut voir ci-dessus l'état de la plate-forme fin 1999 et fin 2000.



Le vendredi 21 avril 2000, nous avons réalisé la première visioconférence de bonne qualité en H 323 sur l'Internet entre notre salle et l'Université de Berkeley. Un étudiant du laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies de l'IN2P3 (Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules) présentait à son futur jury de chercheurs de l'Université de Berkeley, l'état d'avancement de sa Thèse.



¹⁴ IP : (*Internet Protocol*) protocole utilisé sur l'Internet.

¹⁵ Les cours sont consultables à l'adresse : <http://www.artemis.jussieu.fr/expdss>

En collaboration avec le Ministère de l'Education et de la Recherche et l'association Aristote, nous avons organisé à Jussieu, une journée sur "XML, le format d'échange du XXI^{ème} siècle ; les formats d'échange et standards ouverts : HTML, XML, RDF"¹⁶, le 29 mai 2000. Les exposés étaient présentés dans l'amphithéâtre 24 de l'Université Paris 7 - Denis Diderot, contenant 200 personnes ; une régie mobile composée d'une table d'effet, de deux multiplexeurs d'écrans (QUAD), de 4 écrans, de la matrice de commutation 8 x 8, d'un convertisseur PAL/VGA et d'un micro-ordinateur portable pour le pilotage de 4 caméras, assurait le mixage et la prise de vue. Les images et le son transitaient par la plate-forme grâce à une liaison ATM haut débit (155 Mbit/s). Les images et le son étaient ensuite redistribués dans la salle 104 où se situait la plate-forme, vers une autre salle de Jussieu via une liaison RNIS Interne en H 320, vers l'ENS de Cachan et l'ENST de Paris en ATM, vers Strasbourg, Rennes, Grenoble et l'Ecole Polytechnique en H 320 via un pont Multipoint RNIS situé à Nancy, sur l'Internet en "streaming video" et sur le Mbone, et via le satellite selon la technique de SAT & CLIC. Cette action nous a permis de définir les éléments à mettre en œuvre pour une régie fixe. Cette régie intégrant son et vidéo vient d'être concrétisée. L'amphithéâtre 24 (accueillant plus de 200 personnes) est donc, depuis mai 2001, équipé pour retransmettre toute manifestation aussi bien culturelle que scientifique. Grâce à des codecs ATM et à une liaison haut débit en fibre optique, il peut bénéficier de toutes les technologies de compression de la plate-forme. C'est ainsi que, les 3 et 4 mai, nous avons retransmis un spectacle de danse¹⁷ présenté par le groupe chorégraphique "La peau, la pulpe et le noyau" et les étudiants de la filière CMOPC (Conception et Mise en Oeuvre de Projets Culturels) de l'Université Paris 7 - Denis Diderot. La dernière soirée se faisait simultanément sur Paris et Strasbourg par une liaison RNIS en H 320 depuis la plate-forme.



Fin février 2001, nous avons dû déménager la salle de cours et la plate-forme pour l'installer dans la barre 65-66 réhabilitée et dépourvue de toute trace d'amiante. Nous en avons profité pour réorganiser la salle et la plate-forme avec l'aide de Frédéric Dauger stagiaire, étudiant en TIC à l'Université de Limoges. Partant du principe que l'enseignant ne doit avoir aucune contrainte (pour que tous acceptent d'être filmés et éventuellement intervenir simultanément sur plusieurs sites) la plate-forme, intégrée à la régie est contiguë à la salle de cours. L'enseignant aperçoit la personne chargée de la régie et peut à tout moment faire appel à lui en cas de besoin. Une description plus détaillée de la salle et de la plate-forme sera faite dans la partie technique. De plus, afin d'augmenter les possibilités de multipoint, nous avons installé un autocommutateur RNIS de 32 accès à 128 kbit/s relié au commutateur général de Jussieu par deux MIC¹⁸.



¹⁶ Consultable dans son intégralité à l'adresse : <http://www.artemis.jussieu.fr/xml>

¹⁷ Consultable dans son intégralité à l'adresse : <http://www.artemis.jussieu.fr/danse>

¹⁸ MIC : (Modulation par Impulsion et Codage) liaison sur 4 fils autorisant 30 communications simultanées.

2 - Partenariats.

Nos principaux partenaires sont, bien sûr, les membres du groupe "Visio-IdF" et tout particulièrement l'ENS de Cachan et les universités de Paris 3, Paris 13 et Marne-la-Vallée. Cependant, nous avons aussi développé de nombreux partenariats avec d'autres universités, des Grandes Ecoles ou des associations dont l'objectif est le développement de la recherche ou de la formation, pour des actions très suivies ou ponctuelles.

2.1 - ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications) Paris.

Depuis 1999, nos étudiants du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique" peuvent assister à Jussieu, dans des conditions idéales de qualité audiovisuelle et d'interactivité, grâce à la visioconférence via un lien ATM mis en place lors du projet EFRA, à un cours de 30 heures, le lundi matin de 8h30 à 12h45, de janvier à mars, donné à l'ENST à des élèves ingénieurs de dernière année, sur les réseaux haut débit. Le responsable de ce cours, Daniel Kofman, est un expert des réseaux ATM. Ses compétences l'ont amené à avoir un emploi du temps très chargé et ses interventions à l'Université Paris 7 - Denis Diderot se limitaient à quelques heures, réparties sur une seule journée. Actuellement, nos étudiants bénéficient d'un cours de très haut niveau mais, les travaux dirigés et l'évaluation sont assurés indépendamment par chaque institution.

2.2 - Université de Montclair

L'Université de Montclair (Montclair State University) dans le New Jersey aux Etats-Unis propose à ses étudiants un module de civilisation française ("*french perspective*"). Depuis 1999, nous organisons une fois par mois, le mercredi après-midi de 15h à 17h, des rencontres par visioconférence sur RNIS en H 320, entre les étudiants de l'Université de Montclair et ceux de la maîtrise de Sociologie de l'Université Paris 7 - Denis Diderot. Il s'agit de discussions interactives sur des thèmes choisis par messagerie électronique et préparés par chaque enseignant. Du côté américain, l'apport en apprentissage du français et en connaissance du pays est très appréciable ; la conversation préparée et soutenue avec des Français joue un rôle de catalyseur. Du côté français, la prise de conscience de la mentalité américaine et d'une opinion différente, formulée et discutée en direct sur des sujets d'actualité, enrichit la réflexion sociologique. Devant le succès de cette opération, l'Université de Salt Lake City (Utah) a demandé de participer, pour cette année 2001-2002. Si techniquement, notre système autorise les liaisons multipoints, et donc la possibilité d'assurer des séances communes, nous avons préféré les dissocier car le but est que les étudiants s'expriment. Les liaisons avec l'Université de Salt Lake City s'effectueront donc un autre mercredi du mois.

2.3 - Université Claude Bernard de Lyon 1

Pendant deux ans, le Professeur Laurence Viennot est intervenu, le jeudi matin, d'octobre à décembre, dans des cours de Didactique de la Physique, assurés simultanément à l'Université Paris 7 - Denis Diderot et à l'Université Claude Bernard - Lyon 1 qui mettait en place un diplôme de troisième cycle dans cette matière. Dans ce cas particulier, la visioconférence a permis de consolider un DEA, de fixer en province un certain nombre d'étudiants et, aussi, de contribuer à la création d'un poste de professeur en Didactique à l'Université Claude Bernard - Lyon 1. Des pourparlers sont en cours pour renouveler

l'opération avec l'Université du Littoral, d'ailleurs très bien équipée en matériel de visioconférence.

2.4 - ENS (Ecole Normale Supérieure) Lettres de Lyon

L'ENS Lettres a de nombreux contacts avec l'Université Paris 7 - Denis Diderot et l'organisation en commun de cours et de séminaires de troisième cycle, depuis la délocalisation de l'ENS à Lyon, reste possible grâce à la visioconférence. Tous les lundis, de 17h à 19h, à partir du mois de novembre, de 20 à 30 étudiants et chercheurs de Paris, se retrouveront avec une vingtaine de collègues de Lyon, pour des exposés et des discussions. La technique de visioconférence par RNIS en H 320, donne toute satisfaction. Cependant, pour diminuer les coûts de communication, nous envisageons, au cours de cette année universitaire, de tester les liaisons en H 323 et Mbone via l'Internet. Nos relations avec l'ENS Lettres ne se limitent pas à cette opération puisque nous avons pris part à la mise en place de leur système de visioconférence, en particulier, par l'intermédiaire d'Olivier Bono, ancien stagiaire à VisioP7 et stagiaire de dernière année de l'ESITCOM de juin à novembre 2000, chargé de cette tâche.

2.5 - Agrégation de Lettres Modernes

Dans le concours de l'Agrégation, les étudiants des universités sont en concurrence avec ceux des Ecoles Normales et tout particulièrement dans la préparation de l'oral. Les universités ont parfois des difficultés à maintenir ces préparations. Grâce à la visioconférence multipoint, plusieurs universités dont Paris 3, Montpellier et Paris 7 - Denis Diderot se sont regroupées pour assurer le vendredi matin une préparation à l'oral de l'Agrégation de Lettres Modernes. Des professeurs de chaque université, membres du jury, vont prodiguer leurs conseils et leurs critiques. Les étudiants pourront s'entraîner, présenter leurs leçons d'oral et discuter avec les autres enseignants et collègues sur la qualité de leur prestation. Dans un premier temps, la technique du pont multipoint sur RNIS sera mise en œuvre, mais parallèlement, nous testerons aussi, les liaisons multipoints sur l'Internet.

2.6 ESRA (Ecole Supérieure de Réalisation Audiovisuelle)

L'Université Paris 7 - Denis Diderot vient d'établir une convention, avec l'ESRA (Ecole Supérieure de Réalisation Audiovisuelle) spécialisée dans la formation aux métiers de l'image et du son. Outre l'utilisation de nos équipements pour des réunions ou des cours puisque cette école est éclatée sur trois sites Paris, Rennes et Nice, les enseignants de l'ESRA apporteront leur expérience dans nos formations comme le DEUG "Art du spectacle" et les licences, maîtrise et DESS organisés par le CCI (Cinéma, Communication, Information) et participeront aussi à la définition de la méthodologie audiovisuelle attachée au déroulement de visioconférence et à l'amélioration matérielle de notre système de visio-enseignement et visio-recherche.

2.7 - Université de Limoges

Nous participons aux enseignements de la licence et de la maîtrise TIC de la faculté des Sciences de l'Université de Limoges. Les premiers cours sont dispensés en présentiel à Limoges ce qui permet un premier contact. Ensuite, les interventions sont faites depuis Paris par visioconférence. Les étudiants, dont certains sont en "emploi jeune" dans des établissements ruraux équipés de réception satellite, peuvent en complément, suivre les cours

du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique" en streaming video ou selon la technique SAT & CLIC par satellite.

2.8 - Association "Carrefours Télématiques"

L'association "Carrefours Télématiques"¹⁹ réunit des chercheurs en Sociologie, Communication et Informatique s'intéressant aux impacts, sur la société, des Nouvelles Technologies. Elle compte parmi ses membres des Canadiens, des Marocains et des Algériens. Des séminaires ont lieu tous les mois, le mercredi (pour l'année universitaire 2001-2002) de 18 h à 20h30 ; afin d'atteindre un maximum de membres et de personnes intéressées, ils sont retransmis en temps réel sur l'Internet, aussi bien en streaming video, qu'en mode interactif (MBone et H 323). Leur consultation peut aussi se faire en différé à l'adresse <http://www.artemis.jussieu.fr/ct>.

2.9 Association "Aristote"

L'association "Aristote"²⁰ regroupe de grands organismes ou entreprises français intéressés comme acteurs ou comme utilisateurs à l'évolution des télécommunications de transmissions de données. Elle organise en particulier, une fois par mois, le jeudi, un séminaire sur les techniques des télécommunications. Ces séminaires ont lieu à l'Ecole Polytechnique et sont diffusés sur le MBone. Le débit d'accès à l'Internet n'autorise pas d'autres types de diffusion. Nous assurons donc grâce à la plate-forme de VisioP7, la fonction de passerelle. Le séminaire, extrait du MBone, converti en analogique, est renumérisé pour être retransmis en "streaming video" sur l'Internet vers les internautes n'ayant pas accès au MBone, et en H 320 sur RNIS vers l'ESMT (Ecole Supérieure Multinationale des Télécommunications) de Dakar. De plus un de nos étudiants du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique" participe, en tant que stagiaire, à la réalisation du projet ATHENA²¹ (Action de Transmission Harmonieuse d'Echanges de Nature Académique) qui a pour but l'étude et la validation de processus d'échanges interactifs via des transmissions réseau, de contenus scientifiques entre sites académiques francophones.

2.10 - Projet DIM (Diplôme d'Ingénierie Multimédia)

Après plusieurs essais concluants de cours en commun par visioconférence entre l'Université de Valenciennes, l'Université d'Evry, l'INT (Institut National des Télécommunications) et l'Université Paris 7 - Denis Diderot, nous avons élaboré un projet de création d'un diplôme de type DESS, en mettant en commun nos ressources pédagogiques. En effet, nos quatre établissements accueillent des étudiants dans des DESS (DESS "Technologies Nouvelles des Systèmes d'Information" à l'Université de Valenciennes, DESS "Ingénierie Documentaire Multimédia" à l'Université d'Evry, DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique" à l'Université Paris 7 - Denis Diderot), dont les programmes présentent plusieurs similitudes. Le projet consiste donc à réunir nos ressources tant en enseignants qu'en experts de haut niveau afin d'améliorer la qualité de nos formations. Un premier pas a été fait dans ce sens puisque dès le mois d'octobre, tous les mardis après-midi, les étudiants de ces quatre formations suivront le même cours dispensé à tour de rôle par les enseignants de chacun des établissements. Les étudiants pourront ainsi bénéficier des prestations des plus grands spécialistes. Les moyens techniques utilisés seront essentiellement

¹⁹ <http://www.artemis.jussieu.fr/ct>

²⁰ <http://www.aristote.asso.fr>

²¹ <http://aristote1.aristote.asso.fr/athena>

basés sur les techniques de visioconférence sur l'Internet sans toutefois négliger le support du RNIS, en cas de défaillance du réseau informatique.

2.11 Université d'Ottawa au Canada

L'Université Paris 7 - Denis Diderot a établi une convention avec l'Université d'Ottawa au Canada dans le domaine des formations à la Communication. Des échanges d'enseignants et d'étudiants ont eu lieu. Quelques difficultés, sont apparues tant du côté enseignant qu'étudiant. En effet, les méthodes d'enseignement et les modes de vie entre les deux pays sont foncièrement différents. Cependant, ces différences sont aussi un facteur d'enrichissement. Pour conserver ces relations, nous avons fait appel à la visioconférence. Une fois par mois, le mercredi, un cours de Communication est dispensé simultanément dans les deux universités, tantôt par l'enseignant canadien Patrick Brunet, tantôt par l'enseignante de l'Université Paris 7 - Denis Diderot, Marie-Claude Vettraino-Soulard. Les enseignants et les étudiants peuvent ainsi bénéficier de compétences variées tout en restant dans leur milieu culturel.

2.12 - ESMT (Ecole Supérieure Multinationale des Télécommunications) de Dakar et UCAD (Université Cheick Anta Diopp) de Dakar

L'ESMT (Ecole Supérieure Multinationale des Télécommunications) de Dakar forme des techniciens supérieurs et des ingénieurs en téléinformatique, réseaux et télécommunications. Cette école a été créée et est gérée par plusieurs pays africains : Bénin, Burkina Faso, Guinée, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal et Togo. Nous avons déjà partagé plusieurs colloques et envisageons dès la rentrée, en liaison avec l'Association "Aristote", d'effectuer en commun des cours sur les réseaux et les télécommunications. Le vecteur actuel est la visioconférence sur RNIS en H 320. L'université Cheick Anta Diopp désire aussi s'associer à ce projet. Nous avons déjà testé avec succès une liaison à 2 Mbit/s via RENATER (Réseau National de Télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche) qui préfigure un lien internet et pourrait constituer un premier nœud à Dakar pour assurer des visioconférences sur IP²².

2.13 - Math en jeans

Une fois par mois, le mercredi de 13h à 17h, depuis deux ans, nous accueillons des lycéens de Camille Sée (Paris 15) avec leur professeur pour des travaux en mathématiques en liaison avec leurs homologues du lycée Doucet de Cluzes (Haute Savoie). Chaque classe prépare un sujet de mathématiques et vient ensuite le présenter par visioconférence. La discussion s'établit très rapidement et les échanges sont très fructueux et motivants. D'ailleurs, ces visioconférences ont établi des liens qui ont permis aux parisiens de passer les vacances de printemps à la neige et au contraire, aux lycéens de Cluze, de venir visiter Paris à Pâques.

2.14 - CCR (Centre de Calcul et de Recherche) de Jussieu

Nous intervenons très souvent, à la demande du CCR, lorsqu'il s'agit de retransmettre des réunions ou des colloques qui ont lieu dans des sites très peu desservis par l'Internet. Notre plate-forme nous permet de mettre en liaison ces sites via une visioconférence sur RNIS en H 320 avec le Réseau Internet. C'est ainsi que nous avons retransmis les assises 2001 du CSIESR (Comité des Services Informatiques des Enseignements Supérieurs et de la

²² IP : (*Internet Protocol*) protocole de l'Internet.

Recherche) qui avait lieu en Martinique. Des personnalités, ont pu, depuis le Mbone, intervenir et proposer leurs commentaires.

2.15 - Partenariats avec la Pologne et le Maroc

Nous avons depuis longtemps des échanges avec l'Université de Poznan en Pologne dans le domaine de l'informatique et avec l'Université Mohammed V de Rabat au Maroc plus particulièrement dans les enseignements de Communication et dans l'utilisation des Nouvelles Technologies. L'Université Paris 7 - Denis Diderot a signé une convention avec ces deux universités dont un volet prévoit le développement des actions de visioconférence.

2.16 - Partenariats ponctuels, conseil et expertises

Nous assurons de nombreuses autres visioconférences avec divers partenaires pour assurer des participations de chercheur à des colloques distants par exemple le congrès de télémédecine à Chypre en 1998, le "Festival Europeo de nuevas imagenes" d'Arnedo en Espagne, l'université d'automne de Provence... pour faire intervenir des membres de jury lors de présentations de thèses ou de soutenances de mémoire de DESS ou DEA, pour des évaluations aussi bien d'enseignants candidats à un poste à l'étranger que d'étudiants en séjour linguistique à Paris, pour des réunions entre chercheurs ou dans le cadre de projets européens. Nous intervenons aussi dans des projets en tant que conseil par exemple à l'Université de Pau et des pays de l'Adour pour la mise en place d'un système complet de visioconférence, à l'Université de technologique de Troyes pour l'aménagement d'un amphithéâtre... Nous assurons l'hébergement et la retransmission de colloques sur notre serveur vidéo.

Nous participons aussi très activement (GE1²³ et GE3) à la normalisation sur les "technologies de l'Information pour l'Education et la formation" (*E-learning*) dans les Commissions nationales de l'AFNOR²⁴ (CN 36) ou les Comités internationaux de l'ISO²⁵ (SC 36).

Nous avons de plus en plus de demandes pour l'utilisation de notre système et du fait de l'équipement de l'amphithéâtre, nous sommes en mesure de retransmettre toutes les manifestations qui ont lieu. Pour l'année universitaire 2001-2002, le planning est pratiquement complet. Nous devons donc envisager une augmentation de nos capacités.

²³ GE : Groupe d'experts

²⁴ AFNOR : Association Française de NORmalisation.

²⁵ ISO : Organisme international de normalisation.

3 - Travaux d'étudiants

Notre projet initial prévoyait d'utiliser la visioconférence non seulement comme outil de transmission mais aussi comme sujet d'étude et d'apprentissage. C'est pour cela qu'en plus des cours théoriques sur les réseaux et les normes de visioconférence, des travaux concrétisés par des rédactions et présentations de projets portant sur les diverses techniques ou utilisations de la visioconférence, ont été effectués et certains sont publiés sur notre serveur Web. C'est ainsi, que les étudiants du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique" 1999-2000 ont réalisé un projet de serveur Web²⁶ présentant les formations à distances, leur contenu, leur méthodologie et les outils, en insistant tout particulièrement sur la visioconférence. Cette année, l'accent a été mis sur une refonte du serveur de VisioP7. Ce dernier projet n'est pas encore en ligne. D'autres projets réalisés en binôme et plus techniques ont été finalisés. Ils ont été validés par une présentation publique retransmise en direct sur l'Internet. Ils ont été ensuite synchronisés avec leur présentation et sont disponibles sur l'Internet aux adresses suivantes :

<http://www.artemis.jussieu.fr/expdess/projetsg2000> pour les projets 1999-2000,
<http://www.artemis.jussieu.fr/projets2001> pour ceux de cette année.

Projets 1999-2000 :

- H 323 : Normes et matériels
- Netmeeting
- ATM : Solutions autres que MJPEG
- CU-Seeme
- Le streaming video
- Pilotage d'auxiliaires audiovisuels
- Mbone
- Passerelles H320/H323
- Visioconférence sur ATM en MJPEG

Projets 2000-2001

- H 323 : Normes et ponts multipoints
- H 320 : Normes et ponts multipoints
- Windows Media, technologie de streaming video de Microsoft
- RealVideo, technologie de streaming video de RealNetworks
- SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)
- MBone
- Protocole Boîtier pour le pilotage d'un grand nombre d'outils audiovisuels
- Norme T 120 et transfert de données par Netmeeting
- Visioconférence sur ATM

Nous avons aussi accueilli de nombreux stagiaires qui ont participé à la mise en place de notre système de visio-enseignement, visio-recherche avec rédaction de rapport.

- De juin à septembre 1996 : Jean-Marc Gilbert de l'ESITCOM ; "*Mise en place d'un gestionnaire de listes de diffusion*".
- De juin à septembre 1996 : Bernard Biron de l'ESITCOM ; "*Développement et mise en service sur un serveur WEB, d'une base de données recensant les sites*".

²⁶ <http://www.artemis.jussieu.fr>

équipés de systèmes de visioconférence et les caractéristiques techniques de ceux-ci."

- De juin à novembre 1997 : Stéphane Le Moal de l'ESITCOM ; "*Projet de visioconférence sur ATM*"
- D'octobre 1997 à juin 1998 : Christophe Boutin de l'ESITCOM et de janvier 1998 à juin 1998 : Fabien Derouet du DESS "Applications de la Télématique" ; "*Visioconférence sur ATM*"
- De mars à avril 1998 : Rémy Fellous de l'IUP de l'UFR des Sciences de la Communication de l'Université Paris 13 ; "*La visioconférence sur l'Internet*"
- D'avril à juin 1998 : Rui De Araujo de l'IUT de Vélizy ; "*La visioconférence sur le réseau MBone*"
- De juin à septembre 1998 : Philippe Malaisé de l'ESITCOM ; "*Visioconférence sur ADSL*"
- De janvier à juin 1999 : Gilbert Nguyen du DESS "Applications de la Télématique" ; "*Etude et mise en place d'un système de visioconférence sur ATM*"
- De juin à septembre 1999 : Olivier Bono de l'ESITCOM ; "*Visioconférence multi-sites, multi-réseaux ; architecture, expérimentation*"
- D'avril à juin 2000 : Philippe Le Guerroué de l'AFPA ; "*l'ATM et la visioconférence*"
- De juin à septembre 2000 : Richard Millet de l'AFPA ; "*Visioconférence et ATM*"
- D'octobre à décembre 2000 : Pascal Samuel de l'AFPA ; "*ATM : plate-forme et réseau pour applications communicantes*"
- De mars à avril 2001 : Frédéric Velayguet de l'AFPA "*Visioconférence sur ATM : une solution sûre*"

Des étudiants du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique" de l'Université Paris 7 - Denis Diderot, dans le cadre de leur stage en entreprise et dans la rédaction de leur mémoire ont aussi apporté leur contribution, comme :

- Oreste Vassiat en 1999 : "*Visioconférence et chirurgie plastique*"
- Guillaume Courouge en 2000 : "*Les services multimédias temps réel sur les mobiles de 3^{ième} génération : voix sur IP, visiophonie et streaming video*"
- Marc Labbé en 2001 : "*La plate-forme de streaming à la division portail de Wanadoo S. A.*"
- Harouna Siby en 2001 : "*ATHENA : projet de collaboration internationale pour la formation utilisant les nouvelles technologies de communication*"

4 - Participation à des manifestations ou des colloques

- Organisation d'une présentation de la visioconférence et de ses usages à l'Université Paris 7, le 2 décembre 1997.

- Participation à l'organisation des journées "*Visiocommunication et formation*", 19 et 20 octobre 1998. Présentation d'une communication : "*Le point sur les technologies de visioconférence*". ENS de Cachan.

- Participation au 4^{ème} Colloque européen sur l'autoformation "*pratiques d'autoformation dans la société de l'information*", Dijon 10, 11 et 12 décembre 1998 ; titre de la communication : "*Visio-Labo : les expériences de laboratoire en interactivité*".

- Participation à l'organisation de la soirée AEDAT (Association des Anciens Etudiants du DESS "Applications de la Télématique" et "Applications des Réseaux et de la Télématique") et Carrefours Télématiques, "*La visioconférence et ses perspectives*", Université Denis Diderot - Paris 7, le 30 juin 1999, et présentation d'une communication "*Visioconférence : de l'Internet à l'ATM*".

- Participation à la Semaine de la Science, conférence sur "*La visioconférence et ses usages dans l'enseignement*", octobre 1999.

- Participation au Salon de l'Education avec l'ENS de Cachan du 24 au 28 novembre 1999 : "*Présentation du visio-laboratoire*".

- Participation aux Conférences de la convention "*ATM 2000 Developments*", Rennes, du 28 au 30 mars 2000 ; titre de la communication : "*Visio-enseignement par ATM*".

- Colloque International sur la conservation préventive du patrimoine méditerranéen ; titre de la communication : "*Les nouveaux moyens de transmission du savoir dans un échange planétaire : la visioconférence et la vidéo*", Rabat (Maroc) du 4 au 6 mai 2000.

- Participation à la science en fête 2000 : présentation en visioconférence d'une expérience du laboratoire LBHP (Laboratoire de Biorhéologie et d'Hydrodynamique Physico-chimique).

- Séminaire Xaristote "*Normes, standards et outils de vidéo numérique : démystification, de la théorie à l'usage quotidien*" ; titre de la communication : "*Standards de transport pour la visioconférence*", Paris le 7 décembre 2000.

- Deuxièmes Journées de télémédecine à Nîmes du 16 au 18 mai 2001 ; titre de la communication : "*Les nouvelles possibilités de la visioconférence*".

- Participation aux JRES 2001 (Journées RESeaux) du 10 au 14 décembre 2001 à Lyon ; titre de la communication : "*La visioconférence : usages et techniques*".

Nous participons aussi à plusieurs groupes de travail sur la visioconférence : Groupe usages de GEMME, groupe Visio-IdF, groupe national sur la visioconférence sur IP animé par Guy Bisiaux de l'Université de Valenciennes.

Chaque année, j'assure aussi des cours sur les usages et techniques de la visioconférence à l'UFR des Sciences de la Communication à l'Université Paris 13, au DESS CRI (Communication, Réseau, Image) de l'Université de Marne-la-Vallée, à l'INSA (Institut National des Sciences Appliquées) de Lyon et au DESS "Communication et techniques de l'édition" de l'Université Mohammed V de Rabat au Maroc.

5 - Description Technique

Nous avons conçu entièrement notre système de visio-enseignement visio-recherche pour l'adapter au mieux à nos besoins. Son architecture parfaitement modulaire autorise son évolution tant en ce qui concerne l'ajout de nouvelles technologies ou l'adaptation à un besoin spécifique que la capacité d'accueil. Lors de la conception, nous avons toujours gardé à l'esprit nos objectifs : utilisation ergonomique pour des cours dans différentes matières en libérant au maximum l'enseignant et utilisation dans le cadre de formations à la visioconférence ou à l'apprentissage des nouveaux outils de communication.

Notre système est architecturé autour d'une régie intégrant la plate-forme qui est l'organe central et opérationnel. Une salle de cours interactive est contiguë, conçue dans un souci didactique, c'est la pièce maîtresse de nos actions. Une deuxième régie, simplifiée, vient d'être installée dans l'amphithéâtre 24 de plus de 200 places. Cet amphithéâtre est relié à la plate-forme par un lien ATM et peut donc ainsi bénéficier de toutes les liaisons et codages disponibles. La salle de visio-réunion équipée avec un codec H 320 sur RNIS, deux micro-ordinateurs avec carte H323/H320 et d'auxiliaires pédagogiques comme la caméra document, un micro-ordinateur portable et un convertisseur PAL/VGA, accède à la plate-forme par le réseau téléphonique numérique interne ou le réseau Internet. Un ensemble mobile constitué d'un codec H320 intégrant caméra et système de saisie du son et d'un codec H 323 connectable à un micro-ordinateur portable par le port USB complète l'ensemble, pour assurer la retransmission d'expériences de laboratoire.

5.1 - Plate-forme

La plate-forme a été conçue en fonction de la spécificité des actions de la visioconférence qui fait intervenir plusieurs médias et plusieurs corps de métier (l'audiovisuel, la téléphonie, l'informatique et la pédagogie). Chaque média a été traité séparément. Nous avons réutilisé les chariots qui permettent ainsi de déplacer tout le matériel pour vérifier ou modifier le câblage en fonction des améliorations. La plate-forme dont on peut voir la photo ci-contre, n'est pas encore complètement finalisée et un mobilier mieux adapté sera conçu dès que les aménagements seront stabilisés. Nous allons décrire chaque module.

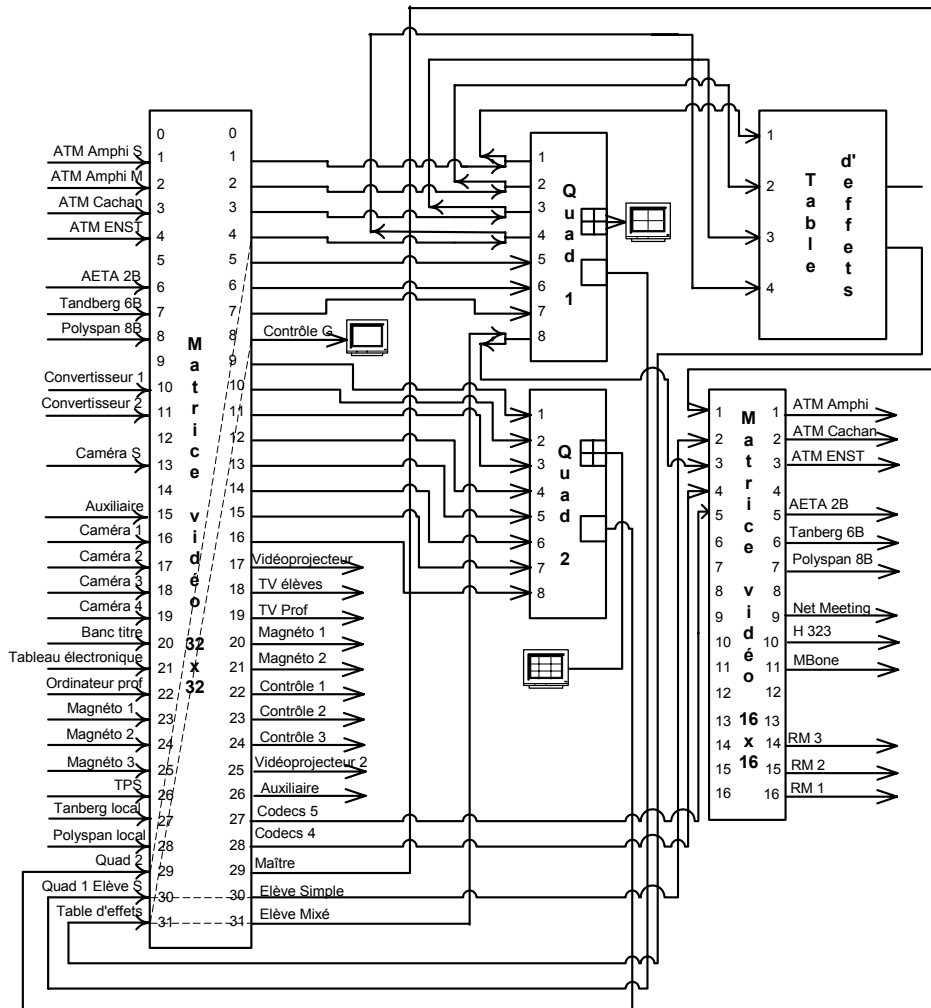


5.1.1 - La vidéo

La plupart des codecs de visioconférence fonctionne au format vidéo PAL (*Phase Alternating Line*) qui est le standard de télévision analogique européen. La qualité est suffisante pour la visioconférence puisque la plupart des codecs dégradent encore l'image

dans l'opération de compression. Nous avons donc choisi ce format pour le traitement de l'image.

Flux Vidéo



Le plan de câblage ci-dessus montre l'organisation des divers matériels qu'on peut distinguer sur la photo ci-contre : sous la table d'effet, en bas à gauche, on distingue les deux multiplexeurs d'écrans désignés sur le plan par "Quad 1" et "Quad 2".

Le "Quad 1" permet la visualisation sur un seul écran, des 4 sources qui seront traitées et sélectionnées par la table d'effets (écran gauche près de la table d'effet). Le "Quad 2" affiche sur un seul écran (écran supérieur gauche) 8 sources vidéos. La sélection d'une de ces sources



(dirigée vers l'entrée 29 de la matrice 32 x 32 repérée par "quad 2") se fait par appui sur le bouton correspondant. C'est pour cette raison que les "quads" ont été placés sous la table d'effets pour plus d'accessibilité. Les autres écrans sont des écrans de contrôle directement reliés à la matrice de commutation vidéo ce qui autorise toutes les combinaisons possibles.

Les deux matrices de commutations ont été installées dans une armoire mais, pour plus de commodités, toutes les connexions ont été ramenées sur l'avant. Nous avons dissocié les fonctions de commutation pour le traitement des sources, qu'elles soient locales ou distantes, fonctions assurées par une matrice de commutation vidéo de 32 entrées et 32 sorties entièrement pilotée par micro-ordinateur, de la fonction de distribution vers les codecs, assurée par une matrice 16 x 16. En effet, nous avons identifié essentiellement trois types de flux dictés par deux situations différentes d'utilisations de la visioconférence. Dans un premier cas, lorsque l'enseignant est à distance, il suffit de lui retransmettre les réactions des étudiants présents sur les divers sites. Un seul flux suffit, il est repéré sur le plan par "maître" en sortie 29 de la matrice 32 x 32 et en entrée 1 de la matrice. Lorsque l'enseignant est dans la salle de cours à Jussieu, il peut utiliser des auxiliaires pédagogiques comme des fichiers sur micro-ordinateur. Les écrans informatiques peuvent être convertis en vidéo au format PAL et mixés grâce à la table d'effets. Cependant, les réseaux actuels, comme l'Internet, et des logiciels applicatifs, permettent le transfert et la manipulation à distance d'images. Deux types de flux peuvent donc simultanément être transportés : celui identifié par "Elève mixé" (sortie 31 de la matrice 32 x 32 vers l'entrée 3 de la matrice 16 x 16) qui va transmettre simultanément l'image du professeur et l'image de son écran informatique, pour les sites n'ayant à leur disposition qu'une connexion simple par exemple sur RNIS ; l'autre, identifiée par "Elève simple" (sortie 30 de la matrice 32 x 32 vers l'entrée 2 de la matrice 16 x 16), sélectionné directement à partir du "quad 1", ne transmettra qu'une image vidéo, la copie de l'écran étant visualisée via l'Internet. Pour garder la possibilité de faire de la superposition d'image avec la table d'effets, dans le cas "Elève simple", par exemple lorsqu'un étudiant distant pose une question au professeur local, le flux élève mixé transite par l'entrée 8 du "quad 1" et la sélection de cette entrée enverra l'image composée, sur la sortie "Elève simple".



5.1.1.1 - Sources locales

Les principales sources proviennent de caméras. Nous avons choisi des caméras SONY EVI D31 pilotable par logiciel et possédant un zoom de 12. Quatre d'entre elles (entrées 16 à 19), équipent la salle de cours, deux orientées vers l'enseignant deux autres vers les étudiants. Ces deux dernières seront asservies aux microphones. L'une d'elle se positionnera automatiquement sur l'étudiant ayant actionné le bouton poussoir du microphone pour poser une question. Ce système est en cours d'installation et sera opérationnel en septembre. Une autre caméra est située dans la régie (entrée 13 "Caméra S"), très utile lors d'essais ou lors de présentations ou de démonstrations pour montrer les divers matériels de la régie. La caméra du codec Polyspan (entrée 28 "Polyspan local") est aussi utilisée à cet effet. L'ensemble de ces caméras est actuellement commandé par un logiciel sur micro-ordinateur. Malgré



son ergonomie, les déplacements et les modifications de zoom à la souris manquent un peu de précision. C'est pour cela que nous mettons au point un système de pilotage basé sur un écran tactile pour choisir la caméra et les fonctions associées, et sur deux "Joy-sticks" pour les commandes de positionnement et de zoom. Cet appareil sera en service dès septembre.

Trois magnétoscopes (deux VHS et un numérique au format DV CAM) sont disponibles, aussi bien en lecture (entrées 23 à 25) qu'en enregistrement (sorties 20 et 21). Les magnétoscopes VHS savent visualiser aussi bien des cassettes au standard PAL que SECAM. Or, il existe encore des cassettes au format SECAM. Notre régie basée sur le seul format PAL, restitue ces films en noir et blanc. Nous sommes donc obligés d'intégrer un transcodeur PAL/SECAM pour répondre à la demande.

Le professeur a, à sa disposition, une caméra document, couramment dénommée "banc-titre", qui remplace très avantageusement le rétroprojecteur. En effet, le banc-titre autorise la visualisation des transparents. Le professeur peut donc utiliser, sans inconvénient ses anciens supports de cours. Cependant, il réalise rapidement (de lui-même), l'avantage qu'il peut tirer de cet appareil. En effet, il peut montrer des objets opaques, tels que des feuilles simplement sorties de l'imprimante, des extraits de livres et mêmes des objets très petits ou l'écran d'un appareil de test, en tirant profit du zoom très puissant équipant la caméra du banc-titre. De plus, l'image obtenue est directement intégrable à la régie (entrée 20) et peut donc être transmise sans difficulté à distance.



L'autre outil, à disposition de l'enseignant, est "l'assistant de conférence digital" qui tient lieu de tableau électronique. Il est constitué d'une barre de capture fixée, par ventouses, sur l'extrémité gauche du tableau blanc.

Elle retransmet les mouvements des feutres à un micro-ordinateur qui retrace en temps réel tout ce qu'écrit l'enseignant. L'écran de l'ordinateur est reconverti en PAL, grâce à un convertisseur, et peut ainsi être traité par la régie comme toute autre source vidéo (entrée 21). La position et la couleur des feutres qui sont insérés dans un étui actif, sont repérées par l'émission d'ultrasons. Un effaceur fonctionne sur le même principe. L'enseignant doit donc assurer sur les feutres une pression régulière pour que le trait retransmis soit bien continu. C'est pour cela que nous avons positionné dans la salle, près du tableau, un téléviseur qui va servir d'écran de contrôle pour le professeur. Les habitudes ne sont donc que très légèrement modifiées.



L'enseignant peut aussi faire appel, pour illustrer ses cours, aux émissions de télévision par satellite, puisque nous avons un abonnement à TPS (entrée 26).

5.1.1.2 - Sources distantes

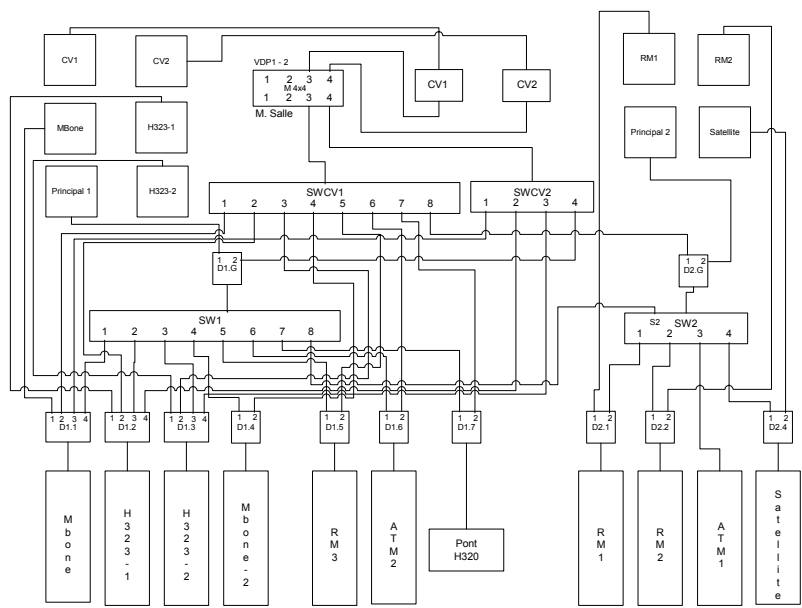
Les sources distantes proviennent des différents réseaux via les codecs appropriés (codecs ATM : entrées 1 à 4 ; codecs RNIS : entrées 6 à 8). Les interconnexions via l'Internet sont analysées dans le paragraphe suivant.

5.1.1.3 - Sources informatiques

Les sources informatiques proviennent de micro-ordinateurs qui peuvent servir d'auxiliaires pédagogiques locaux ou supporter des codecs matériels ou logiciels transmettant des images et des sons distants. Dix micro-ordinateurs en régie, se partagent les différentes tâches, sans compter celui qui est réservé au tableau électronique. Comme il était difficile de visualiser tous les écrans, nous avons choisi d'afficher, en permanence, ceux qui étaient destinés à une fonction interactive avec des sites distants et, par un système de diffuseurs et de sélecteurs, les autres sont activés à la demande. Le schéma ci-dessous montre l'ensemble des connexions. Notre souci, a été de pouvoir afficher simultanément deux sources quelconques pour pouvoir les utiliser dans un acte de formation ou de démonstration sur les outils et les usages de la visioconférence.



L'ensemble de ces micro-ordinateurs est accessible par seulement deux claviers et deux souris voire même par un seul clavier grâce à un système de sélecteurs notés "SW" sur le schéma. Un deuxième niveau de sélecteurs (notés "SWCV") assure le choix des deux unités centrales dont les écrans doivent être dirigés vers les convertisseurs. Une matrice de commutation VGA assure la rediffusion des sources vers les convertisseurs et/ou vers les deux vidéoprojecteurs de la salle de cours.



En effet, un affichage direct en VGA est bien plus net qu'après passage par un convertisseur. Deux entrées de la matrice de commutation VGA correspondent aux sources issues du bureau professeur. On remarquera l'usage nécessaire des diffuseurs VGA à 2 ou 4 ports notés "D x.y". Chaque ordinateur est désigné par sa fonction principale (MBone, H 323, RM). Cependant, tous sont polyvalents et peuvent devenir opérationnels sur MBone, en visioconférence Netmeeting ou comme codeurs de "streaming" notés ici "RM". Seules les fonctions de pilotage de codecs ATM sont réservées aux deux micro-ordinateurs équipés de cartes ATM ainsi que la réception d'Internet par satellite dont la station nous permet de contrôler la qualité de la réception voire de faire une démonstration. Le pont multipoint H 320, hébergé sur une base micro-ordinateur, est commandé à travers ce système.

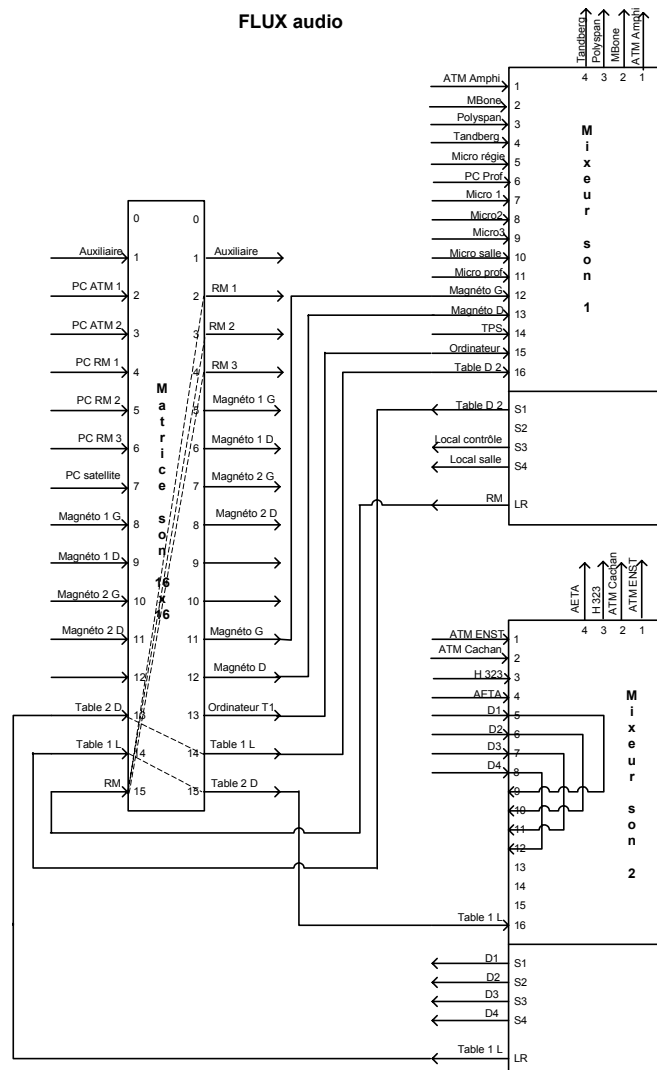
5.1.1.4 - Auxiliaire

Une entrée et une sortie de la matrice de commutation sont notées "auxiliaire". Elles sont facilement accessibles sur le panneau de brassage et sont réservées à l'ajout occasionnel d'appareils soit en test (comme par exemple des codecs MPEG 2 sur IP), soit en complément pour des opérations ponctuelles. Leurs correspondants existent aussi pour le son.

5.1.2 - Le son

Le son est la partie la plus délicate dans une visioconférence surtout lorsqu'on utilise des réseaux et des codecs techniquement très différents. L'être humain s'adaptera à une image un peu floue ou saccadée alors qu'il se fatiguera très vite si le son est haché, très restreint en fréquence ou variable en volume. De plus, pour éviter les effets de "Larsen" ou d'écho, en multipoint, chaque source doit être envoyée vers les autres mais surtout pas vers elle-même. Nous avons donc prospecté pour trouver une table de mixage répondant à ces critères et autorisant le réglage des volumes aussi bien en entrée qu'en sortie. Celle que nous avons choisie possède 16 voies en entrée et, en sortie, 4 voies auxiliaires indépendantes (notées 1, 2, 3, 4), 4 autres voies commutables en deux groupes (S1, S2 et S3, S4) et une voie notée "LR". Cette table de mixage équipant la première version de la plate-forme s'est rapidement révélée insuffisante. Nous l'avons donc doublée par une matrice de commutation intégrée sur la même base que la matrice de commutation vidéo 32 x 32 et une autre table de mixage identique, l'achat d'une table de mixage avec beaucoup plus d'entrées et de sorties s'étant avéré très onéreux.

Sur la première table de mixage notée "Mixeur son 1", on retrouve les sources locales (le son du PC du professeur qui peut vouloir faire une démonstration utilisant le son provenant de l'Internet ou même d'un disque DVD, le son des trois microphones sans fil dont deux cravates, le son issu de la salle de cours), les sources distantes les plus utilisées (liaison ATM provenant de



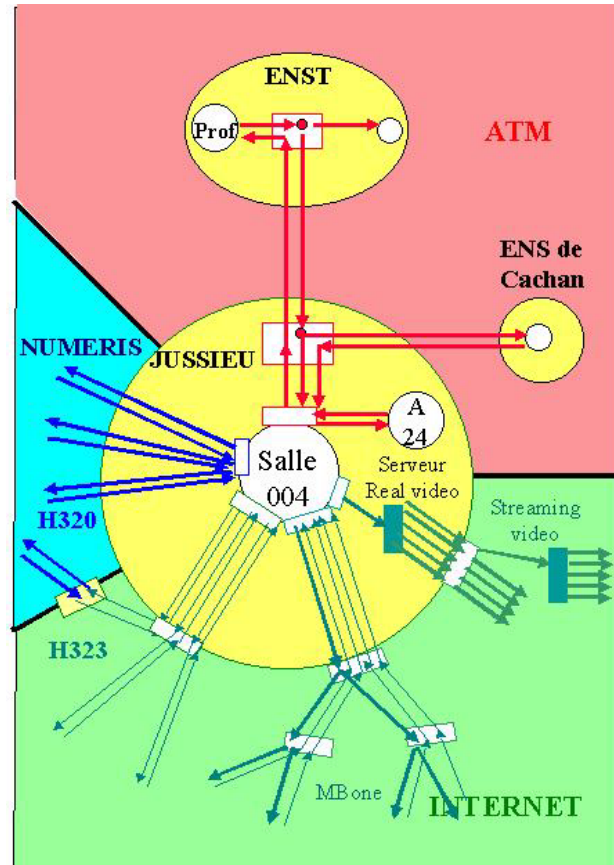
l'amphithéâtre, le Mbone et celles des codecs RNIS Polyspan et Tandberg) ainsi que les sources auxiliaires comme TPS, un magnétoscope ou la sortie d'un des ordinateurs de la régie, sélectionnés via la matrice de commutation. La deuxième table de mixage traite les autres sources distantes.

5.1.3 - Les réseaux

Nous avons identifié pour la visioconférence, trois types de réseaux (ATM, RNIS et Internet) et nous avons expérimentés chacun de ces réseaux.

5.1.3.1 - L'ATM

Les premières expérimentations ont eu lieu dans le cadre du projet EFRA avec l'ENST et l'ENS de Cachan. Le système est constitué de deux micro-ordinateurs (ATM1 et, ATM2 en secours) gérant l'ensemble du matériel composé de codeurs appelés AVA et de décodeurs nommés ATV. Le codage utilisé est du MJPEG fournissant une excellente qualité avec des temps de compression très brefs à des débits certes élevés, 15 Mbit/s, mais tout à fait compatibles avec les liens actuels (34 Mbit/s avec l'ENST, 155 Mbit/s avec l'amphithéâtre 24). Un des avantages de l'ATM est la diffusion vers plusieurs points sans l'intervention de logiciels ou de matériels supplémentaires. C'est ainsi, qu'un cours effectué à l'ENST peut être



retransmis dans une autre salle de l'ENST, vers l'ENS de Cachan, vers l'amphithéâtre 24 et vers la salle de cours 004. La gestion des questions est gérée au niveau de la plate-forme de VisioP7. De plus, l'ensemble des liaisons et le paramétrage de tous les matériels (codeurs et décodeurs) est assurée depuis un seul point. Actuellement, nous possédons 5 codeurs et 5 décodeurs. La liaison vers l'extérieur s'effectue via un codeur et un décodeur. Les autres éléments sont destinés à la liaison avec l'amphithéâtre. En effet, un de nos objectifs est de pouvoir piloter tous les auxiliaires vidéos depuis la plate-forme. Depuis la salle abritant la plate-forme, un codeur transmet à un décodeur l'image sélectionnée d'un site distant qui s'affichera sur l'écran de l'amphithéâtre. Les sources vidéos de l'amphithéâtre sont au nombre de six (3 caméras, un magnétoscope, un banc-titre et un convertisseur d'écran de micro-ordinateur). Chaque codeur peut recevoir six sources dont la sélection se fait à distance depuis le micro-ordinateur de gestion. Il suffit donc d'installer dans l'amphithéâtre un multiplexeur d'écran (Quad 8) relié à un codeur pour avoir depuis la plate-forme, une vision générale de toutes les sources. Chaque source étant dupliquée sur deux autres codeurs, il sera possible d'en sélectionner deux quelconque pour les traiter avec la table d'effets et retransmettre le résultat sur tous les réseaux disponibles. De plus, les codeurs, équipés d'une liaison série, autorisent le pilotage à distance d'une matrice vidéo ou de tout autre auxiliaire vidéo pour assurer l'affichage sélectif dans l'amphithéâtre. Ce dispositif met à la disposition de

toute manifestation scientifique ou culturelle de l'amphithéâtre, la puissance de la plate-forme en limitant de nombre d'intervenants.

5.1.3.2 - Le RNIS

Le RNIS (Réseau Numérique avec Intégration des Services) distribué par France Télécom sous le nom de Numéris, est encore très utilisé pour la visioconférence et la norme H 320 est universellement reconnue. C'est pour cela, que la plate-forme fait une part importante à cette technique. En effet, un autocommutateur dédié assure 32 accès relayés vers l'extérieur par deux MIC assurant 60 liaisons à 64 kbit/s. Les fonctions de codage et décodage sont assurées par un codec Polyspan (512 kbit/s et norme H 323 pour les réseaux IP), un codec Tandberg (384 kbit/s), un codec AETA (128 kbit/s) et une carte Vcon sur PC (128 kbit/s et norme H 323). Le tout est complété par un pont H 320 à 5 accès simultanés à 384 kbit/s. La capacité de ce pont correspond à la majorité de nos interventions. En cas de demandes supplémentaires nous faisons appel à un prestataire externe.

5.1.3.3 - L'Internet

Au niveau de l'Internet, plusieurs technologies se superposent. Tout d'abord, les terminaux ou logiciels compatibles H 323 : le principe est le même que pour les liaisons sur RNIS en H 320. Essentiellement en point à point, la visioconférence à plusieurs nécessite un pont multipoint. Nous hébergeons actuellement en test, au profit de RENATER, un pont multipoint H 323 à 8 accès simultanés. Une passerelle associée permet le passage du monde RNIS au monde H 323. Sur la plate-forme, les codecs Polyspan et Vcon intègrent la compatibilité H 323. De plus, tous les micro-ordinateurs, grâce au logiciel Netmeeting peuvent émuler un terminal H 323.

La deuxième technologie, idéale pour l'économie de bande passante, est le Mbone (*Multicast Back Bone*). C'est celle mise en œuvre dans les milieux universitaires. Le flux audiovisuel n'est dupliqué qu'aux extrémités. Cependant, plus complexe, elle n'est pas disponible partout.

C'est pour cela que nous avons mis en place la diffusion par "streaming video". La capacité de la plate-forme autorise au moins le codage simultané sur trois micro-ordinateurs. En effet, actuellement, trois standards se partagent le marché : RealVideo de la société RealNetworks, Windows Media de Microsoft et Quick Time d'Apple. Le flux codé est transmis au serveur qui peut alors desservir en temps réel les personnes connectées. L'enregistrement peut se faire simultanément. Nous avons choisi de le faire sur la machine assurant le codage. Le transfert est fait sur le serveur après éventuellement un recadrage. C'est ainsi que nous avons mis à disposition des étudiants du DESS "Applications des Réseaux et de la Télématique", tous les cours théoriques du mardi ainsi que les colloques, les séminaires et les interventions dans les laboratoires. Ils peuvent ainsi facilement réviser leurs examens.

5.2 - La salle de cours

La salle de cours a été conçue de façon à ne pas modifier les habitudes de l'enseignant. Lors des premiers cours enregistrés, l'enseignant n'était averti qu'à la dernière minute. Tous, sans exception, ont accepté l'expérimentation. L'année suivante, certains professeurs, renseignés par leurs collègues, sont même venus d'eux-mêmes, demander à faire un cours avec enregistrement. Outre les outils traditionnels comme le tableau (amélioré par la barre de capture) et le banc-titre (remplaçant avantageusement le rétroprojecteur), l'enseignant a, à sa disposition, tous les outils modernes. Nous avons dessiné un bureau intégrant toutes les

connexions qui nous ont paru nécessaires. Un micro-ordinateur avec carte de numérisation vidéo, lecteur de DVD et connexion réseau est disponible en permanence (noté "PC PROF" sur le schéma des connexions VGA). Des prises électriques, ainsi qu'un HUB USB, un HUB Ethernet 10/100 Mbit/s, et trois connexions écran-souris-clavier autorisent

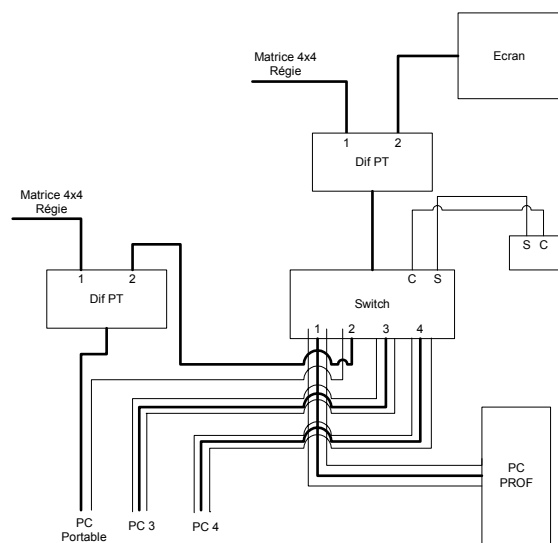


l'ajout de trois autres micro-ordinateurs, éventuellement portables, avec leurs auxiliaires pour d'éventuelles démonstrations. Un sélecteur quatre ports permet de choisir le ou les micro-ordinateurs qui pourront s'afficher sur l'écran d'ordinateur intégré au bureau et sur les deux autres écrans de projection de la salle, via deux vidéoprojecteurs.

L'affichage peut donc se faire via deux vidéoprojecteurs. L'un est pratiquement opérationnel en permanence. Il autorise la visualisation de l'écran du micro-ordinateur de l'enseignant ou des fichiers transmis à distance. Utilisable en présence de l'enseignant, la forme du bureau interdit à l'enseignant de montrer directement à l'écran avec ses mains, geste non visible pour les sites distants. C'est aussi pour cette raison que le banc-titre à été placé à l'opposé. Lorsque l'enseignant se trouve sur un site distant, un écran vient cacher le tableau blanc et la projection de son image se fait face aux étudiants, grâce au deuxième vidéoprojecteur ; le deuxième écran est toujours disponible pour la visualisation éventuelle d'un fichier image. Les habitudes des étudiants sont donc, elles aussi, peu modifiées. Le système de commutation, aussi bien en mode VGA qu'en mode vidéo autorise pratiquement toutes les combinaisons et peuvent s'adapter à toutes les situations de cours ou de démonstration.

L'enseignant bénéficie de deux écrans de contrôle dont les flux provenant de la régie peuvent être adaptés à la situation (sorties 18 et 19 de la matrice 32 x 32). En général l'écran près du tableau sert à un contrôle de l'écriture alors que celui, au fond de la salle, visualise le

Flux VGA du bureau



ou les sites distants.

Quant au son, un microphone cravate sans fil laisse toute latitude de mouvement à l'enseignant. Deux autres microphones sans fil sont disponibles. Ils sont utilisés par exemple lorsque l'enseignant demande à un étudiant, voire à deux, de venir présenter un rapport ou corriger un exercice au tableau. De leur place, les étudiants désirant poser une question, manipulent un microphone fixe. L'action sur un bouton poussoir, détecté par logiciel, positionne automatiquement l'une des deux caméras. L'apparition en gros plan d'un étudiant sur l'écran du professeur distant présage l'imminence d'une question.

Conclusion

Le système mis en place à l'Université Paris7 - Denis Diderot est original. Nous l'avons construit en nous basant sur notre expérience et au fur et à mesure de nos besoins. Il répond actuellement, à un grand nombre de situations identifiées, et rassemble la plupart des technologies de communication et de compression. Son aspect modulaire et notre maîtrise du câblage et des techniques mises en œuvre, tant sur l'aspect audiovisuel qu'informatique ou téléinformatique, lui assure une parfaite évolutivité. De plus, la présence d'étudiants, et de stagiaires prenant ce système comme sujet d'étude et de recherche, lui assure non seulement la pérennité mais une avance technologique évidente.