

Le Visio-laboratoire

La visioconférence au service de la formation scientifique et technologique

- Pierre BAZART, Pierre.Bazart@cri.ens-cachan.fr
Ecole Normale Supérieure de Cachan

L'émergence des réseaux à haut débit permet d'envisager de nouveaux usages et d'autres pratiques pédagogiques dans le domaine scientifique.

Utilisatrice, depuis plusieurs années, de la visioconférence traditionnelle, l'Ecole Normale Supérieure de Cachan, en collaboration avec l'Université Paris 7, expérimente, dans le cadre du projet EFRA depuis un an l'usage de visio (vidéo) conférence sur réseau ATM.

Nos deux Etablissements ont mis en œuvre le concept de « Visio-laboratoire » ayant pour objet la retransmission vidéo par réseau, en direct, d'expériences de laboratoire.

Des équipements vidéos classiques, installés au laboratoire et dans la salle de cours ou l'amphi, sont reliés par un réseau à haut débit (ATM). Les flux vidéos sont codés en temps réel par des boîtiers intercalés sur chaque site. Une station de travail disposée sur le réseau permet le contrôle de ces flux.

Ce dispositif constitue un outil d'enseignement offrant qualité (haute définition, interactivité) et souplesse. Il permet un partage et une meilleure exploitation des excellentes ressources que constituent les laboratoires universitaires.

Son emploi est aussi indiqué dans toutes situations pour lesquelles des problèmes de distance, de taille ou de nature des locaux se posent.

Différents usages décrits plus loin ont été testés et ont fait l'objet de démonstrations publiques entre plusieurs universités depuis le printemps 98.

Les travaux actuels concernent l'utilisation du dispositif en multipoint ainsi que son interopérabilité avec des systèmes classiques (visio sur ISDN ou Mbone), l'amélioration de l'ergonomie des équipements.

Outre les conditions de mise en œuvre de cette nouvelle technologie (transmission, saisie ou restitution audiovisuelle), nous analysons les changements qu'elle induit dans l'acte pédagogique (transmission et assimilation du savoir) par l'observation des comportements d'enseignement et d'apprentissage.

D'autre part l'institutionnalisation de ces pratiques à l'échelle intra-universitaire et à fortiori inter-universitaire, suppose un projet pédagogique accompagné d'un plan organisationnel et budgétaire.

En conclusion, quelques idées sur les possibilités de développement de ces nouvelles pratiques pédagogiques et de partage seront proposées en espérant qu'elles pourront être reprises et enrichies à l'issue de ces journées.

■ La visioconférence pour les enseignements scientifiques et technologiques

Quelques constatations

- **Nécessité d'appuyer les formations, apprentissages sur des pratiques**

Dans les Universités et les Grandes Ecoles, l'enseignement s'appuie sur les résultats de la recherche. Le plus souvent, l'enseignant décrit le déroulement d'une expérience et en donne les résultats. Parfois, il utilise des films où le déroulement linéaire est sans surprise, toujours efficace et sans aléas. Il s'agit d'acquisition de connaissances, plus que de formation (ce dont ont le plus besoin les étudiants). Comment faire participer des étudiants aux expériences de laboratoire sans pour cela les déplacer dans des locaux souvent exigus et impropres à recevoir un large public ?

- **Disparités d'équipement des Etablissements, coûts très lourds de ces équipements**

Beaucoup d'établissements ne disposent pas des équipements correspondants aux enseignements donnés pour des raisons de rentabilité ou de coût d'investissement. Doit-on se contenter de simulations sur ordinateur et reporter sur un stage en entreprise la découverte d'un environnement professionnel ?

- **Besoin de transdisciplinarité et avantage du partage**

La formation scientifique universitaire doit en outre s'adapter aux évolutions suivantes :

- une nécessaire coopération entre des praticiens de haut niveau (chercheurs et industriels) et des professionnels de l'enseignement,
- la promotion du travail en équipe et des transferts disciplinaires,
- une **meilleure exploitation** des moyens des laboratoires par la mise en évidence de leurs complémentarités et le **partage** de leurs ressources nombreuses, variées et souvent mal identifiées, peu accessibles pour l'enseignement.

Les objectifs et les contraintes de fonctionnement rapidement évoqués nous ont amené à rechercher des pratiques nouvelles utilisant les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC's). Parmi celles-ci, la visioconférence, qui grâce à l'interactivité offerte, permet de s'affranchir en partie de ces divers obstacles. C'est pourquoi nous expérimentons depuis 2 années un usage et un dispositif adapté : le **visio-laboratoire**.

Spécificité des domaines scientifiques et technologiques

La visioconférence déjà couramment exploitée, avec une efficacité reconnue, en télé-réunion ou en enseignement des langues, utilise le plus souvent le réseau ISDN.

Cette technologie montre rapidement ses limites dans le domaine scientifique nécessitant souvent la transmission d'images de haute définition ou animées.

Le recours aux réseaux à haut débit et offrant une qualité de service est alors indispensable.

Un cours ou un travail dirigé en science ou technologie met en jeu des équipements et outils plus variés et complexes qui nécessitent des interfaces et logiciels variés.

Le passage aux travaux pratiques nécessite un encadrement spécifique des étudiants souvent assuré de manière très répétitive par un enseignant.

Le visio-laboratoire apporte dans ce cas précis une contribution essentielle.

Caractéristiques pédagogiques recherchées

- **L'observation en temps réel** qui est un facteur essentiel de motivation. L'étudiant participe à l'élaboration de l'expérience, avec ses impondérables. Il appréhende la réalité.
- **L'interactivité** permet à l'étudiant d'être acteur de l'expérience et pas seulement spectateur, bien que l'effet « télévision » stimule certains et paralyse d'autres.
- Pour l'enseignant, le dispositif doit être le moins contraignant possible : possibilité de mouvement, contrôle technique simple, bonne perception du site distant. Sa pédagogie doit évoluer pour favoriser les interventions d'étudiants distants, tester et adopter des scénarii efficaces en collaboration avec les techniciens.

■ Le système, l'expérimentation et ses objectifs

Description du visio-laboratoire

Le schéma et la fiche technique fournis en annexe décrivent l'agencement et les caractéristiques du dispositif actuellement utilisé qui comprend :

- un équipement audiovisuel mobile coté laboratoire,
- un équipement audiovisuel dans la salle de cours ou l'amphi,
- une liaison (ATM) de bout en bout, permanente ou non,
- une station de contrôle des flux vidéo et équipements ATM associés.

Expérimentations en cours

Après la validation du dispositif en liaison point à point lors de plusieurs interventions publiques entre les Etablissements partenaires (ENS de Cachan/Université Paris7, 29 juin 98) et d'autres démonstrations nous avons décidé d'entreprendre :

- des essais en mode multipoint (1amphi « maître », 1 amphi distant, un laboratoire distant). Une version du dispositif a été mise à l'épreuve en diffusant un cours (ENST) sur plusieurs sites (Jussieu, Cachan et Aix en Provence),
- l'amélioration du dispositif technique coté laboratoire pour faciliter la tâche du technicien audiovisuel : chariot de transport, PC de pilotage...,
- l'aménagement du dispositif pour intégrer des systèmes de visioconférence différents : visio sur ISDN, Mbone,
- l'amélioration de l'interface homme machine de la station de contrôle des flux afin de faciliter la gestion des scénarii d'exploitation notamment en mode multipoint,
- une participation à l'expérimentation SATEL-IT (initiée par le MENRT) afin de tester une solution de diffusion et faire connaître ces usages des laboratoires.

Usages et évaluations pédagogiques

Le dispositif est mis à disposition d'enseignants et chercheurs en sciences de l'Education qui proposent des usages variés et assurent leurs évaluations. Ainsi, nous renouvelons encore cette année :

- Un apprentissage de l'utilisation d'un microscope électronique à balayage.
- Une initiation à la recherche documentaire par visite et exploitation « virtuelles » de la bibliothèque avec accès interactif, via le réseau IP, aux serveurs de CD et bases de données documentaires.
- Un module de formation à la « conception distribuée de machines industrielles » en licence de génie mécanique où les participants répartis sur plusieurs sites coopèrent à la conception d'un produit. *Le réseau est considéré à la fois comme moyen et contenu d'enseignement.*
- Un cours scientifique diffusé sur plusieurs sites.

Nota : Une formation en chirurgie, une autre en chimie utilisant une « salle blanche » sont envisagées prochainement.

Ces travaux nous permettent des observations tant sur l'ergonomie du système que l'étude des comportements d'enseignement et d'apprentissage.

■ Les premiers résultats

Cette phase expérimentale nous a permis de mesurer l'impact de ces pratiques nouvelles, d'identifier les difficultés d'implantation :

- **Une réelle valeur ajoutée et efficacité :**
 - Impact pédagogique du temps réel, du direct, de l'évènementiel.
 - Richesse des démonstrations et expériences réelles.
 - Elargissement des possibilités :
 - La qualité des flux transmis (son, l'image), la fiabilité et la souplesse d'adaptation au contexte du dispositif permettent des présentations plus efficaces et riches (nature des phénomènes à observer, environnement).
 - Accueil d'un grand nombre d'étudiants, mise en relation de plusieurs sites.
- **Une nécessaire adaptation des compétences et des modes de travail et d'organisation :**
 - pour l'enseignant : comme pour d'autres visioconférences, une adaptation des supports électroniques de cours, des documents remis aux étudiants est souvent nécessaire... Une scénarisation du cours s'impose rapidement. L'enseignant doit la préparer avec l'équipe technique. L'improvisation doit être évitée,
 - pour l'équipe technique : les personnels techniciens impliqués doivent par des formations complémentaires s'adapter à ces nouveaux environnements, maîtriser les équipements. Ils découvrent leurs complémentarités (réseau, informatique, audiovisuel) et apprennent progressivement à travailler en concertation. Cette équipe constitue ce qu'on peut appeler « l'opérateur local ».
- **Une organisation à mettre en place :** La multiplication des opérations visio-labo impose rapidement la mise en place d'une organisation pour la gestion des moyens, la planification et le suivi des actions, en ap-



plication des projets pédagogiques définis globalement par l'établissement lui-même ou certaines de ses composantes.

- **Un investissement** : Le dispositif visio-labo fournit une solution de qualité à un coût relativement modéré pour un établissement universitaire. En effet, bien souvent le réseau local fournit la fibre optique nécessaire et parfois le commutateur ATM (100kF). Les boîtiers de codage coûtent environ 50 kF la paire. *Les équipements audiovisuels d'extrémités ne sont pas spécifiques à cet usage, mais il est important qu'ils soient de qualité et adaptés à la mobilité.*

Pour un établissement scientifique ou technologique, l'investissement peut s'amortir assez rapidement par les regroupements de certains cours ou travaux pratiques.

■ Perspectives d'évolution, enjeux

Evolution des moyens

Le dispositif lui-même

Plus que la solution présentée (dont les éléments correspondent à une technologie du moment), c'est le concept visio-laboratoire qu'il me paraît intéressant de perpétuer.

Les équipements audiovisuels de qualité se généralisent, et s'exploitent de plus en plus facilement (caméras légères programmables...).

L'émergence prochaine de nouveaux réseaux à qualité de service (ex : IP-V6) va permettre d'exploiter des solutions peu onéreuses voire gratuites telles que le MBONE pour des résultats presque similaires.

Evolution des pratiques pédagogiques

C'est sans doute le point le plus important

Chaque outil exploité par l'enseignant modifie sa didactique et tend à modifier son rôle. Ainsi avant une séance de visio-laboratoire, il joue le rôle de réalisateur. Son action évolue (comme avec d'autres TIC's) vers une maîtrise d'œuvre de l'environnement proposé à l'apprenant et du contrôle de son activité. Il participe à un travail d'équipe plus professionnel, plus lourd dans la préparation mais plus efficace.

La formation des enseignants doit être rapidement adaptée pour leur donner une maîtrise de l'ingénierie pédagogique moderne. Notre Etablissement qui forme des enseignants est particulièrement concerné.

Elle permettra, par effet de levier, de répandre plus rapidement l'usage des TIC's dans l'Enseignement.

Projet d'Etablissement, organisation associée

Au sein de l'Etablissement, il est nécessaire de fédérer les initiatives et de mettre en place les structures permettant de développer les possibilités offertes par les TIC's.

L'organisation des enseignements doit s'adapter et prendre en compte les nouvelles exigences imposées par les dispositifs : coordination des divers personnels, planification plus précoce.

Enjeux du développement des TIC's

Possibilité, par un réseau régional ou national offrant une qualité de service et une bande passante satisfaisante à un prix modéré, d'apporter des contenus scientifiques ou technologiques à des établissements qui faute de moyens devront se contenter de simulations ou de vidéos à la demande dans le meilleur des cas... En ce sens, il peut contribuer à rendre l'enseignement plus égalitaire :

- Partage et valorisation des ressources de laboratoires.
- Diffusion d'expériences : L'expérimentation satellite en cours, la Banque de Programmes sur mesure (BPS) offrent à cet égard des perspectives très intéressantes (large diffusion, faible coût de l'équipement de réception, débit garanti...).
- Incitation à la production de contenus pédagogiques :
 - Le marché de la connaissance s'établit avec ses règles économiques et place le milieu éducatif face à un véritable défi. L'enseignement médiatisé et à distance s'installe à grands pas et risque d'échapper progressivement au secteur éducatif public si des structures favorisant et mutualisant la production de contenus pédagogiques ne sont pas mises en place rapidement.

Actions à mener, perspectives

Au cours des derniers mois, de nombreux séminaires colloques sur les TIC's se succèdent et permettent de faire connaître les nombreuses, recherches expérimentations et actions menées de tous cotés.

Les résultats du projet EFRA et de visio-labo suscitent l'intérêt de diverses instances. Une réunion s'est tenue en juin à l'initiative du CRU pour réfléchir à la coordination des travaux relatifs aux différentes formes de visioconférence et envisager des structures permettant de promouvoir et mutualiser les moyens et compétences.

Au plan technique

- Inciter les opérateurs réseaux régionaux et national à proposer un réseau à bande passante garantie
Le réseau Renater2 se met en place et permet aujourd'hui de multiplier les établissements susceptibles de coopérer. N'est-il pas envisageable, au moins pendant une période transitoire, de constituer un réseau dédié aux applications exigeant une qualité de service dont la visioconférence ? L'usage du Mbone pourrait être mieux apprécié et se généraliser.
- Tester en vraie grandeur la diffusion satellite
La possibilité de diffuser des visioconférences par satellite au format H261 est déjà testée et l'application aux expériences de laboratoire est en cours d'évaluation.
Cette technologie qui impose un flux très asymétrique, est particulièrement intéressante lorsque les sites clients sont nombreux, dispersés et peu équipés.
Le satellite Hotbird utilisé diffusant jusqu'aux pays maghrébins, l'association de ces pays à des diffusions expérimentales serait certainement riche d'enseignements notamment pour l'aide envers les pays émergents.
- Mettre au point les passerelles et équipements
Les possibilités de mixage des systèmes de visioconférence lors de liaisons multipoints (Mbone, visio-rnis, visio-atm...) sont réelles mais nécessitent des moyens (pont, passerelle...) et compétences spécifiques. Il serait intéressant de créer dans chaque région un centre offrant ce service.
Les équipements audiovisuels et informatiques mobiles de saisie des flux dans les laboratoires doivent être intégrés dans un ensemble de type « rack » facilitant leur exploitation : connexions, transport, pilotage, contrôle.

Plan de développement proposé

Les actions à conduire pour assurer le développement de cette pratique sont les suivantes :

- Multiplier et banaliser, dans, et entre les sites équipés, les utilisations du visio-laboratoire.
- Stimuler les CRI's qui seront inévitablement impliqués dans la mise en œuvre des TIC's.
- Etablir une plate-forme limitée (réseau national dans le cas d'échanges terrestres, international francophone pour une diffusion par satellite) composée d'une dizaine d'établissements qui permettra d'évaluer réellement les apports de ces usages.
- Appeler à candidatures pour l'émergence d'une structure de pilotage assurant la promotion de cette plate-forme, la mise en relation de l'offre et de la demande, la gestion des moyens généraux. Ce pourrait être un des rôles d'une université virtuelle (l'UVF ?), mais d'autres schémas sont envisageables associant les secteurs : laboratoires, enseignement, réseau.
- Lancer un projet européen ou francophone Télé-labo ?

En conclusion

Nous espérons, par cet exposé, avoir montré que :

- qu'il existe encore des usages des TIC's à inventer,
- que leur promotion n'est pas simplement une question de technique. C'est l'objectif qui doit rester prioritaire. La solution technique mise au point, il reste à faire évoluer les pratiques (pédagogiques ou autres) et l'organisation. Cela tient donc souvent d'un projet d'Etablissement.
- que les personnels des Centres de ressources informatiques, documentaires et audio-visuels ont un rôle moteur essentiel à jouer au sein de leur structure pour promouvoir les moyens et conditions de généralisation de tels usages. Ils doivent donc se rapprocher, mutualiser leurs compétences pour constituer le service « opérateur de communication » sur lequel s'appuient les fonctions primaires de l'Etablissement.

Nous restons à votre disposition pour de plus amples informations et sommes ouverts évidemment à toutes suggestions et propositions de participation.



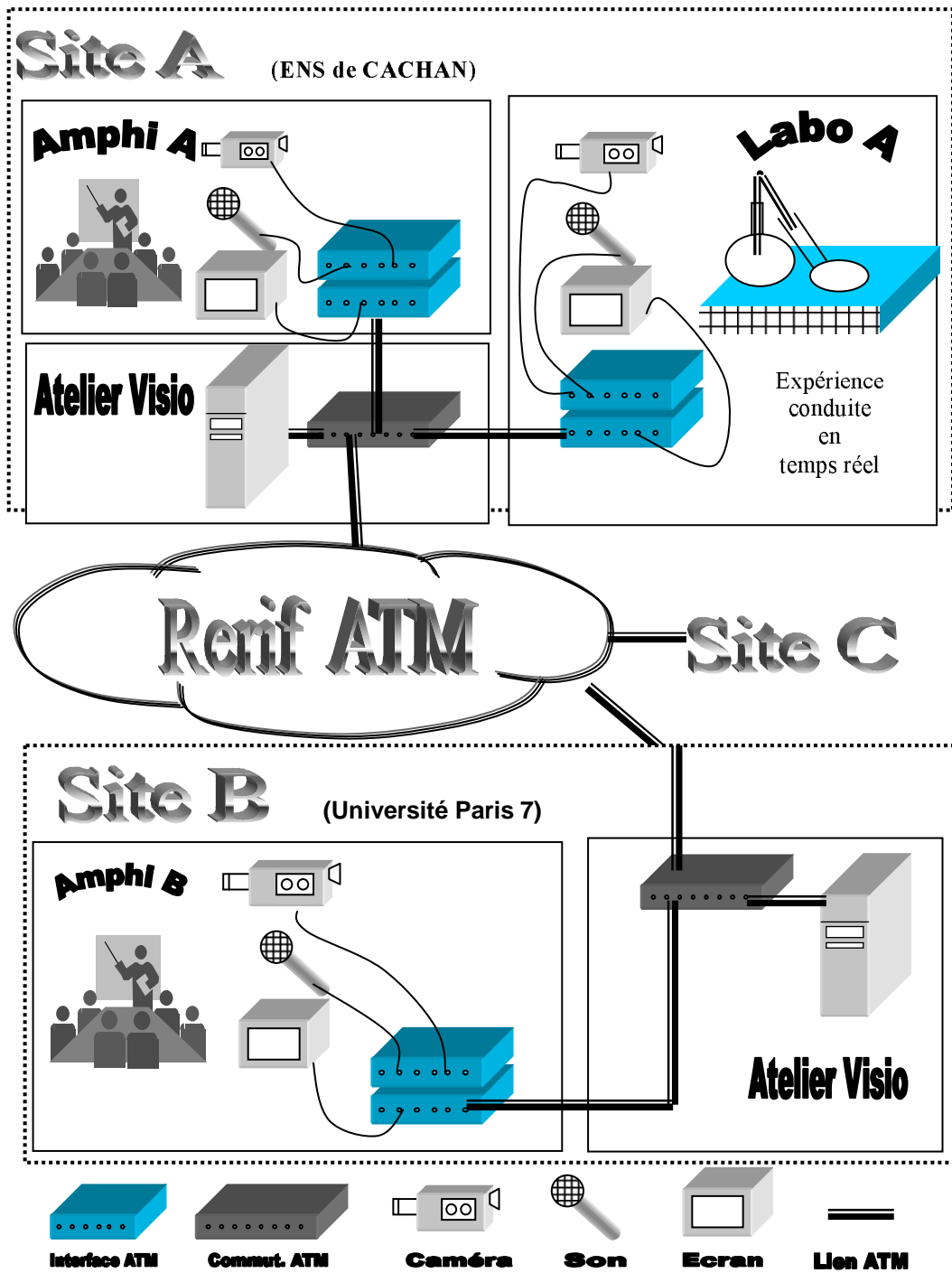


Schéma du dispositif Visio-labo.

■ Fiche Technique

Dispositif expérimenté

Il se compose de 4 parties pour chaque site :

- **Le réseau ATM**, comprenant le commutateur et ses liens en fibre optique vers le site distant externe éventuel, les boîtiers d'acquisition et de restitution des flux vidéos interfacés ATM (désignés ci-dessous boîtiers VidéoBox) et la station de contrôle équipée d'une carte ATM.
- **Le matériel mobile de laboratoire**, pour la prise de vue et de son (et les retours de contrôle) et les boîtiers VidéoBox.
- **Le matériel d'amphi** : Equipé des moyens audio-visuels classiques reliés aux boîtiers VidéoBox.
- **L'atelier visio** : la station de contrôle est l'élément essentiel permettant d'atteindre et de programmer le commutateur ATM et les boîtiers vidéoBox, afin de gérer (orienter, calibrer) et contrôler les flux correspondants à un scénario donné.
Des périphériques annexes éventuels (cartes d'acquisition, disques de stockage...) peuvent être ajoutés pour élargir les fonctionnalités du système.

Caractéristiques techniques

- **Boîtiers d'interface Vidéo/ATM** :
Les boîtiers « VidéoBox Multisource » acceptent en entrée plusieurs sources audio et vidéo au format PAL ou NTSC et assurent la conversion au **format MJPEG** et la transmission sur l'interface ATM 155 Mb/s (OC3) ou 25 Mb/s. Ils sont paramétrables par commande infra-rouge ou par logiciel à partir de la station de contrôle de l'atelier visio.
Les boîtiers « VidéoBox Multiview » sont analogues et fournissent des sorties vidéos.
- Station de contrôle :
Ordinateur PC sous Windows NT 4Workstation équipé d'une carte ATM 'Fore' et du logiciel SVA décrit ci-après.
- Logiciel SVA :
Permet de contrôler les équipements VidéoBox Multiview et Multisource et implémente leur signalisation ATM. Les configurations peuvent être stockées dans une base accessible à distance.
En outre un logiciel d'affichage temps réel permet de charger et lancer des configurations, facilitant le suivi d'un scénario.



