

# La vidéo numérique sur IP et la communauté Renater

Jacques Prévost, [Prevost@Renater.fr](mailto:Prevost@Renater.fr)

**Résumé :** Cette présentation essaie de donner une vue d'ensemble des usages de la vidéo numérique sur l'Internet et en particulier Renater, ainsi que des tendances d'évolution. Elle a pour objectif principal de compléter, pour les non-spécialistes, par un autre éclairage plus proche des utilisations, les présentations techniques et tutoriaux de JRES.

## La vidéo numérique et l'Internet :

La vidéo numérique, c'est le domaine de la voix, de l'image animée représentant le mouvement (au sens "cinéma" ou "télévision"), et par extension dans le présent document de l'image numérique en tant que complément à de l'information audio ou vidéo - par exemple, des transparents dans un cours ou une présentation. L'objectif, c'est la transmission conviviale d'information d'une personne à une ou plusieurs autres. Parfois aussi maintenant d'un ordinateur vers une personne : la vidéo numérique est aussi un moyen de visualiser les résultats d'un calcul ou d'une expérience.

Traditionnellement, cette transmission d'information se fait "en présentiel" entre les personnes concernées : facile si les personnes sont dans le même couloir ou rassemblées dans une salle de cours, beaucoup moins si elles sont séparées de quelques centaines ou milliers de kilomètres. Permettre cet échange convivial à distance (dans l'espace ou dans le temps) est devenu un enjeu essentiel pour notre société, et en particulier pour la communauté des enseignants et chercheurs.

Une première réponse opérationnelle a été, et est toujours, fournie par la télévision : elle est performante en qualité, peu coûteuse pour la réception, mais extrêmement coûteuse pour l'émission et le transport. Ce n'est adapté économiquement qu'aux communications de quelques personnes vers au moins quelques centaines de milliers d'autres.

Le développement à grande échelle de l'Internet et ses capacités (en parallèle à la téléphonie numérique : RNIS) ainsi que l'apparition des postes de travail performants et peu coûteux apportent une deuxième réponse : il faut utiliser leurs capacités techniques à transporter, stocker ou montrer la vidéo, qui doit alors être numérique. La qualité n'est souvent pas encore proche de celle de la télévision, mais le coût est devenu abordable pour de très nombreux utilisateurs, et cela se développe, et commence même à influencer sur leurs méthodes de travail .

En conséquence, intégrer la vidéo numérique dans ses habitudes quotidiennes devient peu à peu un "must" pour les utilisateurs de la communauté Renater. En même temps, les responsables de réseaux (depuis le GIP Renater jusqu'au responsable d'un réseau de site ou d'un réseau local) doivent se familiariser avec certains aspects techniques de la vidéo numérique qui impactent sur le mode de fonctionnement des réseaux : la vidéo numérique - et ensuite la téléphonie sur IP, qui des exigences très proches au niveau réseau - vont devenir des applications majeures et structurantes de nos réseaux.

## La vidéo numérique sur IP, pour quels usages ?

La transmission d'informations entre personnes peut se faire naturellement en interactif , la vidéo numérique servant alors à supprimer la distance et à permettre des réunions virtuelles : cours, visioconférences. Elle peut aussi se faire en temps réel mais sans interaction : diffusion d'un séminaire ou d'une conférence. Enfin, elle peut se faire en différé : c'est la vidéo à la demande.

### Les usages interactifs :

#### Visioconférence sur IP :

Réunions de groupe virtuelles interactives. Elle se pratique depuis quelques années en utilisant le RNIS (Numéris) comme transport (avec des produits commerciaux implémentant la *famille de normes H.320*), ou bien en utilisant IP multicast (avec les *outils Mbone*). Mais Numéris coûte cher à l'usage, et d'autre part le service multicast n'est pas encore disponible partout. On observe actuellement une tendance forte à évoluer vers l'utilisation des produits commerciaux implémentant la *famille de normes H.323* (visioconférence sur IP). Mais les produits H.323 sont encore jeunes, inexistant (en dehors de quelques réalisations encore expérimentales) en dehors de Windows, et presque toujours assez coûteux. Les ponts de visioconférence *H.323* et leur exploitation sont également coûteux. La qualité sur IP n'est pas irréprochable. Tout ceci freine encore aujourd'hui le développement de la visioconférence.



### **Cours à distance en vidéo sur IP :**

Sur ATM, des actions pionnières spectaculaires et probantes ont eu lieu ces dernières années (EFRA, Universités de Toulouse, Valenciennes, CNET et d'autres). Les coûts élevés et la non-pérennité du service ATM en ont arrêté le développement. Sur IP, rares sont aujourd'hui les actions en ce sens. Citons à titre d'exemples : le **projet DIM**, qui démarre en cette année scolaire 2001 - 2002 : échange de cours sur une base régulière et opérationnelle entre les DESS informatiques des universités de Paris VII, Valenciennes, Evry Val d'Essonne, et l'INT d'Evry, ainsi que le GIP Renater pour le support réseau ... et quelques cours. Dans les agendas des cursus de ces DESS, tous les mardis après-midi sont réservés à DIM, et chacun émette à tour de rôle, devant l'ensemble des étudiants - certains en présentiel, d'autres en virtuel. Tous les étudiants pourront poser des questions et dialoguer avec l'orateur.

Démarré en Février 2001, le **projet ATHENA**, de l'Association Aristote, concerne des échanges interactifs de contenus (de cours notamment) entre des entités académiques francophones : dans une première phase, il inclut l'ESMT (Ecole Supérieure Multinationale de Télécommunications, à Dakar) l'UCAD (Université Cheikh Anta Diop, à Dakar), et des partenaires français : ceux de DIM et quelques autres. Ce projet démontre que l'état actuel de la vidéo numérique sur IP et des réseaux de la recherche permet d'envisager des utilisations réellement stratégiques, impensables il y a peu d'années.

### **Téléconférences et télé-séminaires en vidéo sur IP :**

En fait, seul le contexte et l'échelle de diffusion distinguent les téléconférences et télé-séminaires des cours à distance. L'interactivité subsiste, et reste essentielle au niveau des débats - même si aujourd'hui peu d'auditeurs distants sont équipés de manière à pouvoir intervenir ... Exemples : **les Causeries du FMBone** sont des conférences entièrement virtuelles, avec 20 à 50 points de réception distants : même le président de séance et les orateurs sont à distance ... Les séminaires X-Aristote sont retransmis depuis huit ans en audio et vidéo, en interactif, sur Renater; ils ont maintenant parfois plus d'auditeurs à distance (une centaine répartis en 20 à 30 points différents) que sur place à l'Ecole Polytechnique. Peu à peu, des points de réception (salles équipées en multimédia - pouvant souvent aussi assurer l'émission) s'organisent dans les diverses régions. Ils permettent d'élargir l'utilisation des téléconférences et télé-séminaires bien au-delà des deux exemples pionniers cités ci-dessus.

### **Les usages en mode diffusion en temps réel :**

Il s'agit de diffusion (streaming) en temps réel non interactive (dans l'esprit d'une minuscule chaîne de télévision) sur Renater et l'Internet.

Certaines des émissions de télé-séminaires et téléconférences sont également retransmises ainsi, en parallèle à la retransmission interactive. C'est notamment le cas de la **conférence JRES**. D'autres émissions n'existent - en plus du présentiel - qu'en diffusion : citons **l'Université de Tous Les Savoirs (UTLS)**.

Aujourd'hui, les créneaux d'utilisation de cette diffusion en temps réel restent mal définis quant aux contenus que la communauté Renater peut fournir, ainsi que quant aux horaires et à la typologie d'auditeurs ciblée, et souvent la clientèle n'est pas vraiment au rendez-vous, alors que la technique est bien au point : c'est généralement la même technique (avec de bien meilleures performances) que pour la TV commerciale sur Internet..

### **La diffusion en différé (vidéo à la demande) :**

Lorsque le temps réel n'est pas indispensable, lorsque l'interactif ne l'est pas non plus, la diffusion à la demande en différé (ou vidéo à la demande) est une excellente solution : une émission, un cours, sont enregistrés, et mis à disposition sur un serveur de vidéo. Chaque utilisateur peut réécouter comme et quand bon lui semble. Des menus - généralement accessibles à partir d'un site Web - permettent de naviguer parmi les divers contenus offerts par le serveur. La qualité peut être ajustée aux possibilités de l'accès Internet de l'utilisateur. L'accessibilité peut être contrôlée.

Ainsi, il est bien plus pratique d'écouter en différé une émission de l'UTLS qu'en temps réel. Un cours, une conférence, peuvent s'écouter ou se réécouter, à tête reposée, éventuellement par chapitres, éventuellement plusieurs fois s'il y a lieu, de manière bien plus productive pour l'auditeur qu'en temps réel, même si la possibilité d'interaction avec l'enseignant n'est plus là.

De plus en plus, les cours et conférences émis en direct sont également enregistrés, et mis (immédiatement ou par la suite, avec accès restreint ou public suivant les cas) à la disposition des auditeurs intéressés via Renater et l'Internet. Certaines présentations disponibles ont même été réalisées uniquement pour cela.

Il y a de nombreux exemples. On peut citer, dans le domaine des réseaux et des NTIC, les serveurs publics (SMILthèques) du GIP Renater et de l'Association Aristote, celui du DESS DART de l'Université Paris VII, celui de l'Université de Valenciennes, Canal-U qui veut regrouper beaucoup de contenu académique, etc...

Si comme c'est souvent le cas - la clientèle ciblée n'est pas très nombreuse, un serveur de vidéo à la demande peut être très léger à mettre en œuvre : un serveur Web peut même parfois suffire. Ceci peut

permettre à la vidéo à la demande d'être très proche des producteurs de contenus, ce qui en facilite le développement initial : l'aspect réparti de cette technologie, au niveau production et mise en œuvre, est un atout significatif pour son développement actuel. En conséquence, commence à se poser la question de réaliser un portail d'accès pour toutes ces informations disponibles sur Renater.

**La diffusion en différé devient une composante majeure de l'utilisation de la vidéo numérique - et de la diffusion du savoir : téléenseignement, formation ...** Elle s'impose de plus en plus comme le complément incontournable de cours magistraux, que ceux-ci soient en présentiel ou à distance, et aussi comme l'outil idéal pour assurer à grande échelle la formation et la mise à niveau fréquente des connaissances avancées dont chacun d'entre nous ne pourra bientôt plus se passer au cours de sa vie professionnelle.

### **Et la sécurité ?**

La sécurité - au sens confidentialité - peut être un élément clé du succès dans certains cas : une visio conférence peut devoir être confidentielle, non seulement du point de vue des ingénieurs du réseau qui la transporte, mais aussi du point de vue des autorités de sécurité des organismes dont dépendent les participants, et ceci peut être très contraignant, voire bloquant.

Des réponses techniques existent, correspondant à divers niveaux de confidentialité : pas de tierce partie rentrant dans la salle de réunion virtuelle, ou bien on ne doit pas pouvoir écouter sur le trajet, avec plus ou moins de garantie de cette impossibilité - jusqu'au confidentiel défense.

Sans parler des risques au niveau des postes de travail eux-mêmes : par exemple rien n'interdit d'imaginer qu'un cheval de Troie (un "ver" adéquat) se soit installé au préalable dans un poste de travail, ou dans un élément central actif tel qu'un pont de visioconférence multipoint, et soit capable d'analyser, d'enregistrer ou de relayer au vol tout ou partie des éléments de la visioconférence.

### **Et les aspects administratifs et légaux ?**

Les problèmes administratifs et légaux potentiellement soulevés par les nouveaux usages introduits par la vidéo numérique sur Internet sont multiples. Certains sont potentiellement bloquants : les usages devront s'y adapter, mais aussi la légalité devra évoluer, ainsi que les usages administratifs.

Pour l'instant, dans les usages mis en œuvre dans la communauté Renater, les premières incertitudes et difficultés se concentrent autour de la diffusion et de la vidéo à la demande. Voici quelques exemples, tous issus de situations ou de discussions vécues :

Quand on met sur un serveur un cours en vidéo à la demande : qui est propriétaire du cours et doit autoriser cette mise sur le serveur : l'enseignant ? son organisme (Université, organisme de recherche ...) ?

Sur quel périmètre cette autorisation doit elle être valable ? (public commercial, public non lucratif, restreint, très restreint ...) A priori, c'est au propriétaire de l'indiquer, et à l'hébergeur de prendre les mesures adéquates de restriction d'accès. Comment ? Avec quelles relations contractuelles entre propriétaire et hébergeur ? Avec quelle répartition des responsabilités ?

Quelles sont les responsabilités de l'auteur du cours, de son organisme, de celui du serveur hébergeur, vis-à-vis de conséquences éventuellement néfastes liées à l'utilisation par de tierces personnes de l'information ainsi accessible ?

Quels sont les rapports financiers entre l'auteur, son organisme, l'hébergeur, les utilisateurs, et comment vont être gérés ces rapports : salaires, indemnités, coûts de fonctionnement, tarif et facturation d'utilisation, financement de cette facturation par l'utilisateur, ou par son organisme ? Et qu'en pensent nos chers Agents Comptables et autres Contrôleurs Financiers : par exemple, où est la preuve du service rendu ?

Lorsqu'on met des cours et formations à disposition sur un serveur (une Smilthèque par exemple), où se situe la limite à ne pas franchir entre une activité non lucrative légitime de diffusion de la connaissance et une concurrence déloyale vis à vis des organismes de formation du secteur commercial ?

Des stratégies comme celle du MIT - rendre public à terme une partie importante de ses cours sont-elles administrativement et légalement possibles en France ?

Lorsqu'on organise une diffusion régulière publique de cours ou conférences, par exemple les Causeries du FMBone ou l'UTLS, on réalise formellement une émission audiovisuelle publique de type TV sur Internet, quelle que soit la technologie utilisée. A partir de quand, sur quels critères, cette émission audiovisuelle relève-t-elle des autorités de régulation (ART, CSA) ?

## **La vidéo numérique sur IP, avec quels outils ?**

### **Aujourd'hui :**

Pour la vidéo interactive (visioconférence, cours à distance) : deux technologies - malheureusement incompatibles - se partagent le terrain : la visioconférence avec les protocoles H.323 (logiciels clients pour le poste de travail ou le poste spécialisé : Netmeeting, Polyspan, VCON, Pictoretel, etc...), qui doit se compléter d'un ensemble de ponts multipoints H.323 inter-opérables, et la visioconférence sur IP multicast (logiciels clients : les outils Mbone : SDR, VIC, RAT etc), qui doit se compléter de l'activation du service IP multicast dans les routeurs IP traversés.

Ponts multipoints H.323 : il en existe déjà quelques uns, dans certaines universités, ainsi qu'au GIP Renater (voir le site Web de Renater). Leur fonctionnement n'est pas encore vraiment stabilisé, et la maîtrise des aspects interopérabilité et adressage est à l'ordre du jour, ainsi que la relation avec la téléphonie sur IP, qui est censée pouvoir inter-opérer avec la partie voix d'une visioconférence H.323.

A noter que s'il n'y a que deux participants à une même visioconférence H.323, il n'y a pas besoin de passer par un pont multipoint. Les deux postes clients H.323 se relient directement, ce qui devient très pratique et très simple pour l'utilisateur au point de vue opérationnel.

Un point fort des bons systèmes H.323 est le partage d'applications (normes T.120) : en pratique c'est Netmeeting qui le fait le mieux, et souvent les clients d'autres constructeurs utilisent Netmeeting pour cette partie de la visioconférence. C'est très pratique pour montrer des documents, des transparents, des pages Web, aux autres participants de la visioconférence.

Communication avec la visioconférence sur RNIS (H.320) : techniquement possible via des ponts passerelles adéquates. Pour l'instant, ce n'est possible qu'à titre expérimental dans certains sites universitaires.

Pour le partage de cours : une tendance actuelle est de mélanger les deux technologies (H.323 et multicast) : par exemple; DIM utilise le multicast pour l'audio et la vidéo, et le partage d'applications T.120 (avec Netmeeting) pour les transparents de l'orateur. DIM s'affranchit ainsi de l'usage d'un pont multipoint : le multicast s'est avéré plus souple et tout aussi performant, les outils Mbone se paramètrent bien plus aisément que les clients H.323 et s'adaptent mieux à des conditions réseau difficiles. Quant à Netmeeting pour le partage d'application, il contient son propre "multipoint" incorporé : un Netmeeting "émetteur" dessert plusieurs Netmeeting "récepteurs". Pour en savoir plus, reportez vous à la présentation de DIM dans JRES.

Pour la diffusion non interactive en temps réel : cela peut se faire soit avec le multicast, soit en streaming. En pratique, c'est le streaming qui est actuellement utilisé dans la communauté Renater - et aussi pour la TV sur Internet commerciale. Le plus souvent, le streaming est fait avec les produits de la société Real, efficaces et performants, parfois aussi avec ceux de Microsoft. Dans les deux cas, des versions gratuites du visualisateur ("player") peuvent être téléchargées. Celui de Real existe aussi sur les Macintosh et sur certains Unix.

A noter : à l'université Paris VII, la plate-forme VisioP7 comporte un serveur de streaming Real. Cette plate-forme s'avère être un outil puissant, capable de faire des conversions de format au vol : par exemple, elle est capable de recevoir une émission multicast (outils Mbone), et de la rediffuser en temps réel sur RNIS (H.320) et en même temps en streaming (Real).

Pour les serveurs de vidéo à la demande : divers formats existent : Quick Time, ASF (Microsoft), Real et quelques autres. Les plus utilisés sont ceux de Microsoft et - très majoritairement - de Real. Les visualisateurs sont les mêmes que pour la diffusion en temps réel non interactive.

A noter : le visualisateur Real présente, aujourd'hui par rapport à tous les autres visualisateurs gratuits, l'avantage important de pouvoir visualiser les clips écrits en langage SMIL. Or SMIL est l'outil de choix pratiquement le seul existant - pour intégrer facilement textes, images, transparents, audio et vidéo en un unique document multimédia : c'est l'idéal pour mettre à disposition dans le Web un enregistrement de cours ou conférence. Voir la SMILthèque de Renater : "Renater en vidéo", ou celle d'Aristote : "Aristote en vidéo" - où vous trouverez des cours en vidéo à la demande pour apprendre à utiliser SMIL. Et reportez-vous au tutoriel "Apprendre SMIL" dans JRES.

### **Demain :**

Divers points à suivre :

Maturation des outils H.323, tant au niveau des clients pour les postes de travail qu'au niveau des ponts multipoints; de leurs interconnexions, de leur souplesse pour l'administration et la réservation (de facto obligatoire) des conférences ...

Interconnexion des services H.323 avec ceux de la téléphonie sur IP.

Extension de la disponibilité du service IP multicast : aujourd'hui il est disponible sur l'épine dorsale de Renater, et - seulement - dans une partie des réseaux de collecte en région. Les autres réseaux de collecte devront dès que possible fournir ce service.

Equiper les utilisateurs en matériels (ou périphériques de postes de travail) adéquats, et apprentissage de leur utilisation - y compris, par exemple, du microphone : combien d'utilisateurs, aujourd'hui, ne savent pas l'utiliser, et du coup sont incompréhensibles à distance ...

La vidéo interactive à haute performance : il s'agit de MPEG2 sur IP, qui donne une qualité de vidéo comparable à de la très bonne télévision pour un débit IP de l'ordre de 5 Mbit/s. Des expériences ponctuelles sont prévues. Des ponts multipoint Mpeg2 sur IP sont annoncés par des constructeurs. Le créneau de ces outils semble être en priorité le partage de cours, où il apporterait la qualité nécessaire pour de nombreux étudiants. Pour la visioconférence, le gain de qualité - réel - ne justifiera les coûts -encore élevés - des produits et des ressources réseau que dans des cas exceptionnels : il faudra attendre que les coûts baissent, et aussi que 5 Mbit/s devienne quantité négligeable (donc son usage généralisable) au niveau de l'ensemble des

réseaux, y compris réseaux de collecte et réseaux de site : on en est encore fort loin.

MPEG4, MPEG 7 : ces standards semblent a priori bien plus adaptés au monde commercial (émissions de TV avec traitement et modification en temps réel de l'image notamment) qu'aux usages actuellement connus de la vidéo numérique dans la communauté Renater. Mais ceci peut changer.

## Et quelles conséquences au niveau réseau ?

Dans toutes les applications en temps réel (visioconférence, cours à distance, diffusion sauf streaming), la qualité de la voix est un facteur critique. Elle l'est également pour la téléphonie sur IP, qui emploie la même technique de compression et de transport.

Cette qualité est extrêmement sensible à la régularité de transmission des paquets par le réseau : pertes de paquets (au delà de 2 à 3 %), gigue (irrégularité de la durée du trajet du poste émetteur au poste récepteur) trop importants provoquent vite une mauvaise qualité et des coupures dans le son.

Actuellement, beaucoup de réseaux locaux et de réseaux de campus n'ont pas la régularité de fonctionnement nécessaire pour que la qualité du son soit satisfaisante. Au niveau des réseaux de collecte, seules les plaques métropolitaines à très haut débit les plus récentes sont à coup sûr satisfaisantes. Les débits des liaisons sont en cause, mais souvent aussi la saturation par intermittence des routeurs. Souvent, au niveau d'un réseau Ethernet (même 100 Mbit/s) sur lequel est raccordé le terminal de visioconférence, il suffit qu'un autre poste démarre un transfert de fichiers pour que le hub, le switch ou le routeur sur lequel le réseau est raccordé saturant, et cela suffit pour causer des pertes de paquets appréciables et rendre mauvaise la qualité du son. Ce problème est également bien connu des spécialistes de téléphonie sur IP.

La seule solution réaliste est de mettre en œuvre la qualité de service (services différenciés) sur tous les éléments critiques du réseau, et d'abord à l'intérieur du campus. Encore faut-il que le matériel soit assez récent et bien choisi pour le supporter ...

Ce qui conduit à d'autres réflexions : comment mettre en œuvre la qualité de service de manière homogène et cohérente dans Renater, dans les réseaux de collecte et dans les réseaux de campus ? Comment en maîtriser l'utilisation : qui aura le droit de l'utiliser, quand, à quel tarif ?

Pour développer l'utilisation de la vidéo numérique interactive dans la communauté Renater : l'épine dorsale nationale (Renater 2bis, Renater 3 qui est prévu vers fin 2002) a les performances suffisantes. Quelques plaques métropolitaines récentes également. Partout ailleurs, le problème de garantir la qualité de service est posé : autres réseaux de collecte, réseaux de campus, réseaux locaux. Et la situation actuelle est bien souvent bloquante, au désespoir des utilisateurs avancés, et au grand plaisir d'autres, nombreux, qui préfèrent retarder le plus possible l'échéance à laquelle il devront bouleverser leurs habitudes pour y intégrer la vidéo numérique interactive.