



**Flash**

**informatique**


**RÉSEAUX & APPLICATIONS**

**SPÉCIAL ÉTÉ 95**

## LES DÉFIS

Chaque jour nous relevons des défis, ne serait-ce que pour suivre la technique en perpétuelle effervescence, ceci particulièrement dans le domaine des réseaux et des applications. A voir les nombreux articles qui paraissent jusque dans votre quotidien habituel, il devient de plus en plus difficile d'écrire sur le sujet des autoroutes de l'information et de l'incontournable Internet, le lecteur ne saisissant pas toujours très bien les termes utilisés.

Pour réaliser ce numéro spécial, le premier défi était celui de conserver le thème choisi après la brillante parution de notre confrère Polyrama sur un sujet semblable. Nos exigences ont dû s'adapter pour trouver des contributions originales d'auteurs différents afin d'éviter de présenter du réchauffé à nos fidèles lecteurs. De plus, les rédacteurs spontanés devenant rares, il a été nécessaire d'insister un peu pour obtenir certains articles dans les délais, la plume ayant tendance à se faire de plus en plus paresseuse.

Des grands projets utilisant la technologie ATM au recyclage de vieux PC sur le télé-réseau, la volonté de construire et d'innover reste le principal fil conducteur des auteurs de ce numéro. Même si les moyens informatiques et télématiques sont de plus en plus présents dans notre vie, le papier reste encore un support parfaitement universel qui ne doit pas être négligé. En pensant aux défavorisés qui n'ont pas encore leur connexion pour découvrir l'univers virtuel avec , je remercie les auteurs et la claviste Appoline qui ont relevé ce défi pour offrir à tous, sans discrimination, ce *spécial été*.

Cependant, pour présenter les moyens modernes qui s'offrent de plus en plus largement au grand public, nous avons produit un CD-ROM qui s'adresse à ceux qui possèdent déjà quelques moyens informatiques et qui désirent découvrir ce qu'une connexion à Internet pourrait leur apporter. Une petite balade dans les documents présentés permettra de mieux comprendre ces nouveaux moyens que tous les journaux ne cessent de décrire.

Le prochain défi qui se profile à l'horizon est celui de la maîtrise de la croissance de ce trafic qui explose. Il faut continuer à partager les ressources du réseau et éviter de se retrouver pris dans des embouteillages paralysant ces autoroutes de l'information. A l'aube du prochain millénaire, les solutions techniques sont prometteuses et devraient nous permettre d'envisager l'avenir sereinement, ceci toujours dans un cadre financier acceptable. La communication restera toujours une nécessité absolue pour transmettre notre savoir à d'autres et nous permettre de continuer à élargir l'étendue de nos connaissances. ■

Editorial: Les défis <i>Jacques Virchaux</i>	2
Les nouvelles technologies de l'information: quelle place pour les droits de l'homme et la démocratie ? <i>Christophe Poirel</i>	3
Le télé-réseau, route communale par excellence... <i>Christophe Matas</i>	5
Le Club Internet à Ecublens <i>Jean-Jacques Dumont</i>	8
Quelle place pour ATM dans les réseaux <i>Jean-Yves Le Boudec</i>	10
Introduction de la technique ATM à Telecom PTT: aperçu <i>Patrice Haldemann</i>	16
MBONE: Internet à l'œil <i>Georges Aubry &amp; Richard Timsit</i>	19
Des services de télécommunications pour des télécommunications à notre service <i>Jean-Pierre Hubaux</i>	26
KOMBV <i>Hanswerner Hegi</i>	27
Ingénierie des services au laboratoire de télécommunications <i>Simon Znaty</i>	28
Communications multimédia au laboratoire de télécommunications <i>Andréa Basso</i>	29
Mise en œuvre d'une plate-forme de bout en bout ATM pour le téléenseignement dans le contexte du projet BTEUS <i>Bruno Dufresne</i>	30

# LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION: QUELLE PLACE POUR LES DROITS DE L'HOMME ET LA DÉMOCRATIE ?

PAR CHRISTOPHE POIREL, ADMINISTRATEUR, SECTION MEDIA, DIRECTION DES DROITS DE L'HOMME, CONSEIL DE L'EUROPE

**Internet**, autoroutes de l'information, multimédia, réalité virtuelle... Autant de mots qui suscitent de plus en plus l'intérêt, voire la passion, mais aussi des interrogations et parfois même des inquiétudes.

Face à ces nouveaux défis de la société de l'information, le Conseil de l'Europe a décidé en 1995 d'accorder une attention toute particulière à l'impact que les nouvelles technologies de la communication peuvent avoir sur la protection des droits de l'homme et sur le fonctionnement d'une société démocratique.

Cet intérêt s'explique par les missions mêmes du Conseil de l'Europe, qui sont de promouvoir sur le continent européen la démocratie, l'état de droit et le respect des droits de l'homme (L'instrument phare dont le Conseil de l'Europe est le gardien en la matière est la Convention européenne des Droits de l'Homme, dont le respect par les Etats Parties à la Convention est assuré par deux instances siégeant à Strasbourg: la Commission et la Cour européennes des Droits de l'Homme).

Du fait de ses missions spécifiques mais aussi de l'expertise qu'il a acquise depuis plus de 40 ans dans le domaine de la protection des droits de l'homme, le Conseil de l'Europe ne pouvait rester à l'écart des réflexions en cours sur les nouvelles technologies de la communication. En outre, l'espace géographique très large couvert par le Conseil de l'Europe (l'Organisation regroupe aujourd'hui 34 pays européens et bientôt plus) lui confère à l'évidence une place privilégiée pour répondre, au niveau européen le plus large, aux questions de dimension souvent transnationale posées par les nouvelles technologies de la communication.

Il ne s'agit pas pour le Conseil de l'Europe d'aborder avec suspicion ce champ inédit que certains n'ont pas hésité à qualifier de *nouvelle frontière* à l'aube du 21<sup>e</sup> siècle. Il s'agit encore moins de diaboliser les nouvelles technologies de la communication. Celles-ci devraient en effet créer des espaces de communication nouveaux favorisant la liberté d'expression et d'information, ce

qui est l'objectif de la politique du Conseil de l'Europe dans le domaine des médias. Nul besoin non plus d'exposer dans le détail les formidables potentialités que ces nouvelles technologies offrent en matière d'accès à la connaissance, d'enseignement, de travail et de création d'emplois, sans parler des distractions

Mais la médaille que l'on tend parfois à présenter peut également avoir un revers que des débats trop exclusivement axés sur les aspects industriels et commerciaux pourraient avoir tendance à masquer. Il est donc nécessaire qu'une réflexion s'amorce au plus tôt, au-delà du seul cercle des *milieux qualifiés*, sur les risques que pourraient présenter les nouvelles technologies de la communication si leur utilisation n'est pas maîtrisée. Cette réflexion doit être menée non pas dans l'esprit de freiner la mise en place des nouvelles technologies mais plutôt avec l'ambition d'accompagner leur développement pour anticiper et prévenir les éventuels problèmes qu'elles pourraient soulever, en particulier sous l'angle de la protection des droits de l'homme. Les questions qui se posent sont, entre autres, les suivantes:

■ Comment assurer la protection des données personnelles qui transiteront par les nouveaux services de communication ? Comment éviter que ces données ne soient transmises à des tiers qui ne devraient pas y avoir accès ? Comment s'assurer qu'à travers les données que les individus communiqueront en consommant des services d'information ne puisse être reconstitué leur profil, aboutissant ainsi à une sorte en mise en fiche généralisée ? Ces questions prendront, à n'en pas douter, une dimension nouvelle avec l'avènement des autoroutes de l'information, dont Internet est la préfiguration, étant donné notamment que les individus utiliseront de plus en plus ces canaux pour effectuer à distance des opérations à l'occasion desquelles ils communiqueront des données personnelles (par exemple, lors de l'achat de produits ou la location de services à distance). Le spectre d'un *Big Brother* animé de motivations plus ou moins louables n'est pas forcément très

loin.

- Comment garantir le respect de la vie privée en évitant l'intrusion sur les futurs terminaux de messages ou d'offres non sollicitées? Comment garantir la confidentialité des communications qui seront effectuées sur ou par le biais des nouveaux services? Comment concilier cette exigence avec d'autres impératifs tels que la protection de l'ordre ou la prévention du crime? Comment éviter la divulgation d'informations concernant la vie privée des individus dans le cadre ou par le biais de ces services? Quelles responsabilités faire jouer dans le cas d'une telle divulgation: celle du fournisseur du service ou du diffuseur du message, pour autant qu'il puisse être identifié, ou celle de l'exploitant du réseau par lequel transitent ces messages et ces services?
- Comment veiller au respect de la dignité de la personne humaine et à la protection de l'image de l'individu? Cette question renvoie inévitablement aux défis posés par les techniques virtuelles en termes de manipulation de l'image et du son, dont le film *Forrest Gump* a pu déjà donner un aperçu très frappant. Mais elle pose aussi la question de l'utilisation des nouveaux moyens de communication pour offrir des services ou diffuser des messages portant atteinte à la dignité de l'individu, ou incitant à la haine raciale et à l'intolérance, ou pouvant heurter la sensibilité des enfants et des adolescents.

Où se pose alors la limite à la liberté d'expression, si limite il doit y avoir? Faut-il privilégier l'autorégulation? Les débats suscités aux Etats-Unis par la décision récente du Congrès américain de *discipliner* Internet pour prévenir la diffusion de messages pornographiques ou obscènes susceptibles d'être reçus par les enfants et les adolescents illustrent la complexité d'instaurer un *code des autoroutes de l'information*.

Telles sont quelques unes des questions qui doivent être abordées non pas dans l'esprit de censurer la liberté d'expression et d'information mais plutôt dans le but de concilier ce droit, fondamental dans une société démocratique, avec d'autres droits et exigences.

D'autres points méritent également de retenir l'attention. La question de l'égalité d'accès de toutes les franges de la population et de tous les pays aux nouvelles technologies n'est pas le moindre de ces points, l'enjeu étant d'éviter que n'apparaissent ce que l'on appelle en anglais les *haves* et les *haves-not*, ceux qui ont et ceux qui n'ont pas. A n'en pas douter, cette question se posera non seulement dans le cadre des relations Nord/Sud mais aussi à l'échelon du continent européen et, à l'intérieur de celui-ci, au sein même de chaque pays. Face à ce défi, faudra-t-il

concevoir un service universel d'un type nouveau pour garantir à tout individu l'accès à un nombre minimal de services de base nécessaires à son épanouissement, notamment en matière d'information, de culture et de savoir? Quel devrait être alors le contenu de ce service de base et comment le financer? Une politique d'accompagnement visant à informer et former le public à l'utilisation des nouvelles technologies de la communication ne devrait-elle pas être mise en place?

Le dernier domaine où une réflexion s'avérerait salutaire concerne l'utilisation des nouvelles technologies de la communication dans le cadre du fonctionnement des institutions dans une société démocratique, que résume parfaitement le terme «démocratie électronique». S'il est encore largement du domaine de l'utopie, ce terme pourrait devenir réalité plus rapidement qu'on ne le pense. Une fois encore, il convient de renvoyer aux débats en cours aux Etats-Unis, où le speaker de la Chambre des Représentants, M. Newt Gingrich, a évoqué au printemps la création d'un *Congrès virtuel*.

A l'évidence, il s'agit d'un sujet qui touche au cœur de la démocratie et qui requiert la plus haute attention, notamment parce qu'il pourrait déboucher sur des formes de plébiscites ou de consultations populaires guidés par des ambitions hostiles à l'idée de démocratie représentative ou de société respectueuse des droits de l'homme. L'importance de cet enjeu explique le fait que l'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe ait décidé d'organiser au printemps 1995 à Paris un colloque sur la démocratie électronique.

Des interrogations peuvent également se poser en ce qui concerne l'utilisation des nouvelles technologies de la communication à l'occasion de procédures judiciaires: reconstitution d'événements à l'examen devant les tribunaux à travers l'utilisation de la réalité virtuelle, utilisation des nouveaux services pour la recherche de témoins ou le rassemblement de preuves, création de *jurys électroniques* dans le cadre ou en marge des procédures judiciaires, etc.

Telles sont quelques unes des questions que le Conseil de l'Europe a décidé d'étudier en créant un Groupe de Spécialistes sur l'impact des nouvelles technologies de la communication sur les droits de l'homme et les valeurs démocratiques. Le débat sur la société de l'information n'est cependant pas uniquement une affaire de spécialistes. Il interpelle en effet chacun de nous, en tant que membres de cette future société, pour que nous soyons non pas simplement des consommateurs certes actifs mais muets mais bien plutôt des citoyens à part entière, animés de la volonté de vivre dans une société démocratique et respectueuse des droits de l'homme. ■

# LE TÉLÉRÉSEAU, ROUTE COMMUNALE PAR EXCELLENCE...

PAR CHRISTOPHE MATAS, CENTRE DE RECHERCHES ÉNERGÉTIQUES ET MUNICIPALES

**Avec** les progrès simultanés de la microinformatique, de la connectique et du câblage l'avenir semble s'ouvrir sur un réseau de communication souple, performant, de grande capacité, très rapide et regroupant l'ensemble des services urbains (téléphone, TV, informatique, etc.). Malheureusement, dans la situation économique actuelle, la mise sur pied d'un tel réseau, totalement nouveau, paraît difficilement envisageable. L'expérience menée à Martigny tend à démontrer qu'il est opportun de faire l'inventaire des réseaux existants, de leurs particularités et d'en tirer un profit maximum en les interconnectant grâce à des interfaces que nous sommes aujourd'hui capables de développer.

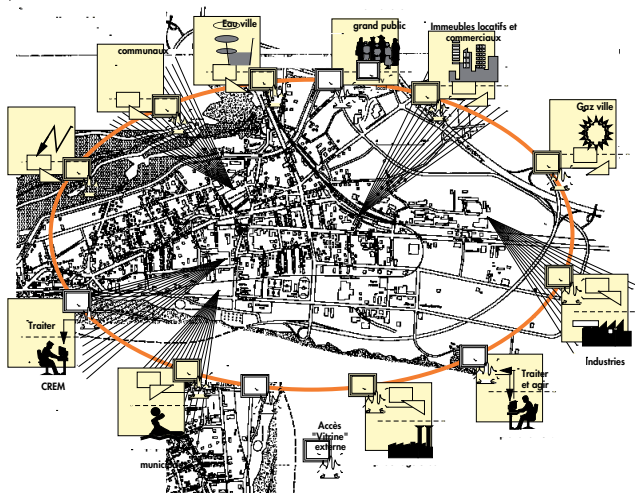


Fig. 1 : Les télémessures de Martigny

## MARTIGNY, VILLE LABORATOIRE

Le CREM, Centre de Recherches Energétiques et Municipales de Martigny est né en 1986 de la collaboration entre la ville de Martigny et l'EPFL. En tant qu'association en Urbistique (néologisme résumant la domotique à l'échelle urbaine), le CREM

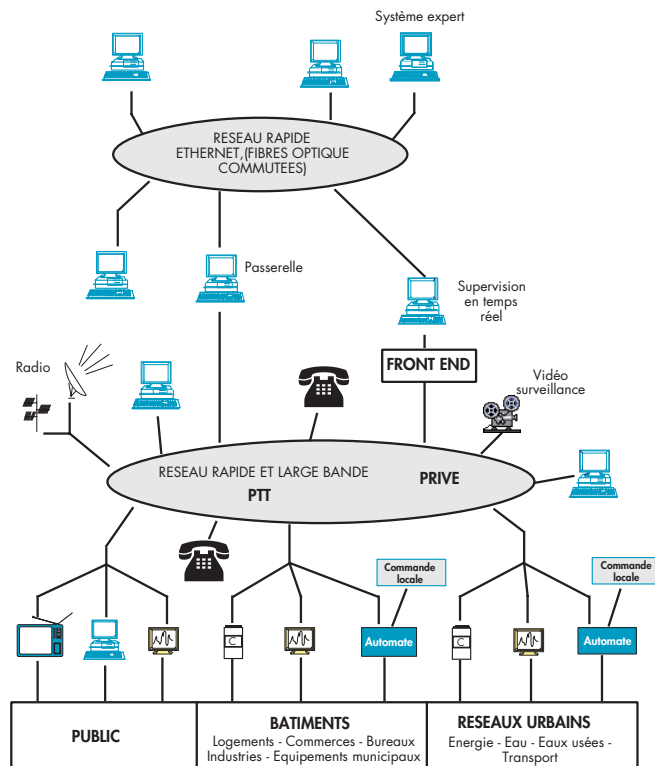


Fig. 2 : Les télétransmissions dans la ville

travaille en étroite collaboration avec les services industriels (SI) de la ville. Les SI distribuent l'eau potable, l'électricité, le gaz naturel, la chaleur à distance, la télévision par câble et s'occupent également des eaux usées. Afin de superviser l'ensemble des réseaux, le CREM et les SI ont mis sur pied un réseau de télémessures basé sur des PCs bons marchés (Intel 8086), les Economètres

et supporté par le réseau de télévision câblée (CATV). Depuis 1988 à aujourd'hui 36 sites ont été équipés ce qui représente environ 200 mesures stockées heure par heure et centralisées sur le serveur informatique des responsables de réseau.

L'expérience acquise par les services industriels de la ville a permis de mettre en place un réseau de télémesures simple et efficace. Mis à part le fait d'utiliser 4 canaux de télévision pour transporter des données informatiques, le système utilise des PCs dont certains n'ont pas de disque dur...

Depuis de nombreuses années, le CREM développe et teste des méthodes de gestion intégrée de la ville. Dans le cadre des projets réalisés au CREM, les chercheurs et les gestionnaires se sont très vite aperçu qu'il n'était pas possible de maîtriser l'ensemble des phénomènes urbains autrement qu'en les mesurant; ces mesures permettant des analyses précises afin de les comprendre et de mettre au point des outils d'aide à la décision. D'où le concept **mesurer - comprendre - agir**. Il a donc été nécessaire d'équiper la ville de nombreux instruments de mesure reliés entre eux par un réseau de télécommunications performant (cf fig. 2).

## LE TÉLÉRÉSEAU, ÉGALEMENT UN OUTIL DE TRAVAIL

Superviser un réseau quel qu'il soit, acquérir et transmettre des données n'est plus un problème pour les techniciens d'aujourd'hui. Preuve en est le foisonnement des solutions de télétransmission proposées par les fabricants et les spécialistes des réseaux de distribution d'énergie et d'eau potable. Grâce aux outils récents fournis par la microinformatique, il est temps de se poser la question de l'interfaçage de ces systèmes vis-à-vis des standards de fait que sont devenus Windows et Macintosh. De plus, toujours en bénéficiant des apports de la software-mania, pourquoi ne pas rendre intelligents ces ordinateurs en y intégrant des systèmes experts. La dimension d'aide à la décision devient prépondérante dans la perspective de l'évolution des petits réseaux décentralisés.

## SESAM, OUVRE TOI!

Les options de télécommunications choisies à Martigny, ont amené le CREM à se poser d'abord la question de la fiabilité du téléréseau, devenu outil de communication par excellence.

Le projet SESAM (**Système Expert de Surveillance Automatique et de Maintenance**) (projet CERS No.2394.1 terminé en

mars 93) a permis au CREM de mettre sur pied une application capable d'analyser et d'orienter l'exploitant sur les causes probables des pannes du téléréseau (FI No.7 du 21 sept.93, pp.5 et 6). Grâce à ce système de maintenance, le CREM est devenu à même d'assurer la qualité et la continuité de la transmission des données, fondement de son concept de télémesure.

## URBISTIQUE

A partir de SESAM, les portes étaient ouvertes à l'intégration de tous les réseaux urbains dans un seul superviseur capable d'orienter les exploitants en traitant les alarmes émises par ces différents systèmes.

Chaque fournisseur de matériel pour chaque service propose son équipement de mesure et de transmission des alarmes. Pour les villes de moyenne importance, la résolution du problème des alarmes devient alors un casse-tête. Comment centraliser ces informations au mieux et quels critères utiliser pour rediriger les alarmes émises? La pratique nous enseigne que ces problèmes sont résolus au coup par coup et la difficulté d'organisation augmente avec la taille des réseaux.

Le projet **Urbistique, gestion informatisée de la ville** (projet CERS No.2682.2, terminé en mai 95) propose un prototype de système informatique, adaptable et qui intègre l'existant. Ses objectifs sont de résoudre d'une part le problème de l'acquisition et la transmission des données et, d'autre part, de développer un système expert d'aide à la décision pour le traitement des alarmes issues des réseaux supervisés.

## APPLICATION AU RÉSEAU DE CHAUFFAGE À DISTANCE

Le projet a permis au CREM de réaliser une installation prototype sur le réseau de chauffage à distance de la ville de Martigny (figure 3). Utilisant le réseau de télévision câblée, deux PCs communiquent entre eux. L'un d'eux est muni d'un système expert (figure 4) qui analyse les alarmes reçues et l'autre acquiert les données utiles à l'analyse du fonctionnement du réseau pour les transmettre.

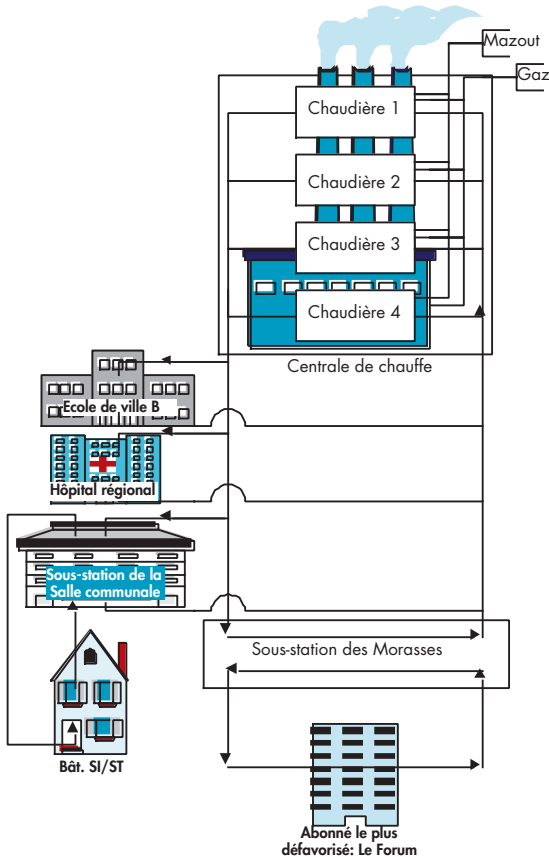


Figure 3 : Synoptique du réseau de CAD de Martigny.

En utilisant une interface graphique programmée sous Visual Basic, les objectifs de convivialité ont été atteints. Reste que le prototype devrait fonctionner sur deux ans au moins afin d'affûter son *intelligence*.

A l'heure actuelle, un prototype de réseau Ethernet a été installé sur la base des nouveaux modems téléseaux du marché (figure 4). De ce fait, le gestionnaire de la ville dispose d'un ordinateur sur son bureau et consulte un disque dur qui se trouve à l'autre bout de la ville. Même si Martigny est une petite cité, cette candeur apparente n'a de simple que son utilisation.

Après ce premier projet, le CREM envisage une extension aux autres réseaux urbains en commençant par le gaz naturel puis l'électricité.

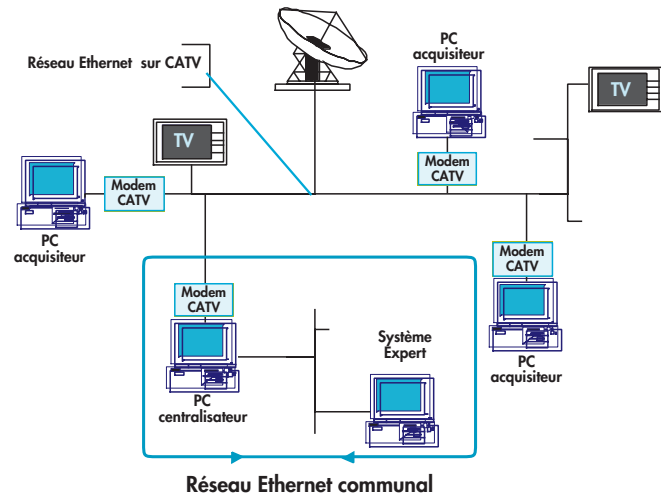


Fig. 4 : Schéma de principe de l'acquisition des données.

## EPILOGUE

Le dialogue et l'échange d'informations sont les fondements de la société moderne. La connaissance s'est démocratisée et n'est plus la propriété d'une élite, voire d'un seul homme. A l'échelle urbaine, les compétences et les responsabilités sont partagées. C'est pourquoi le "big brother" informatique concentrant toutes les connaissances, regroupant toute l'information, contrôlant l'ensemble de la cité et qui finirait un jour par tout décider ne verra pas le jour. Le développement actuel des techniques informatiques et des réseaux de télétransmission va d'ailleurs dans ce sens. Chacun, particulier, entreprise industrielle ou de service, administration publique choisit son propre système, développe ses propres applications, crée ses propres bases de données puis, tente de chercher les informations qui lui manquent ou de communiquer celles qui pourraient servir à d'autres à travers un ou plusieurs réseaux publics ou privés.

Les investissements consentis par les municipalités pour les télécommunications sont tels que l'on ne peut pas envisager la reconstruction de tous les réseaux pour des communications à très haut débit. Il faut donc monopoliser le savoir des praticiens et des scientifiques afin d'utiliser les réseaux existants pour satisfaire les nouveaux services en plein essor (VOD, télétravail, etc). ■

# LE CLUB INTERNET, À ECUBLENS

PAR JEAN-JACQUES DUMONT



## LE PHÉNOMÈNE INTERNET

Depuis quelques mois, la presse internationale annonce bruyamment une mutation des sociétés qui résultera du déploiement à grande échelle des nouvelles technologies de la communication: les fameuses *autoroutes de l'information*. Le passage dans le domaine commercial du réseau Internet combiné à la banalisation de l'informatique domestique et des outils multimédia ont en effet suscité une prise de conscience très large des possibilités que pourront offrir ces technologies à relativement bref délai.

Nous nous trouvons donc à l'instant présent en un point de convergence d'énormes intérêts techniques, commerciaux, politiques, pédagogiques et culturels. Il est très possible que cette situation particulière conduise à la recomposition d'un tout nouveau paysage social durant les prochaines années et décennies.

## LE CLUB

La forte participation aux Ateliers du Futur organisés par l'Hebdo en avril dernier a mis en évidence la nécessité de créer un lieu permanent dédié à la promotion de l'Internet. C'est la démarche que le Club Internet a poursuivie.

Le Club –association sans but lucratif– a pour objectif de fournir aux prestataires de service Internet les moyens de présenter leur offre au grand public ou aux professionnels, et à ceux-ci de mieux comprendre ce que représente ce nouveau concept de communication universelle.

Les locaux utilisés à cet effet sont situés à Ecublens (VD), Tir-Fédéral 80, arrêt du TSOL *Cerisaie*, non loin de l'EPFL, et bénéficient d'un vaste parking. Vous y trouverez un parc de machines (PC et MAC) connectées au réseau, ainsi que des experts qui vous aideront à découvrir comment utiliser les services offerts par Internet pour votre entreprise, ou simplement quelles sont les possibilités de divertissement.

En outre, en collaboration avec l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, le Club organisera pour ses membres une série de séminaires et présentations sur l'évolution technique et socio-économique de l'univers Internet.

## LE RÔLE DU CLUB

Bien que Monsieur Ducommun puisse aujourd'hui obtenir un accès Internet depuis son PC domestique via un modem, le câble téléphonique et un *Internet Provider* à un tarif raisonnable, la véritable révolution multimédia ne sera effective que lors du déploiement généralisé de la technologie RNIS large-bande (ATM). Il est évident que cela ne pourra pas se réaliser en une nuit. Il faut donc prévoir une évolution progressive en partant de la situation présente où seuls les sites académiques et les grandes entreprises peuvent bénéficier de services Internet de qualité professionnelle.



Durant cette phase intermédiaire, qui pourra s'étaler sur plusieurs années, voire plusieurs dizaines d'années, la solution sera la création et la multiplication de *stations services* tout équipées, et diversement spécialisées, au long des routes et autoroutes de l'information: hôpitaux virtuels, *electronic mails*, *information kiosks*, voire *Internet cafés* comme il en existe déjà un peu partout dans le monde, sur le même principe que les rangées de téléphones publics que l'on trouve dans les gares ou les rangées de jeux électroniques que l'on trouve dans les salons et casinos. Ce type d'approche ouvre une multitude de possibilités pour les petites entreprises, qui chercheront bientôt des *pompistes d'information*, *généralistes ou spécialistes*, des *architectes de serveurs*, des *élaborateurs de points de vue*, lesquels devront développer des aptitudes techniques, artistiques et rédactionnelles remises au goût du réseau.

Dans le cadre du Club, il sera possible de créer des prototypes de *stations-services/kiosks*, avec possibilité de démontrer la faisabilité et la rentabilité du concept au prix d'un investissement minimum.

Les aspects non-techniques pourront également être considérés: respect de l'éthique (netiquette) et des lois (pornographie, protection de la propriété intellectuelle, cryptage des données commerciales), sécurisation (authentification des personnes, contrôle des accès, protection des données, stop virus, respect de la confidentialité...), et facturation (validation des paiements électroniques en monnaie virtuelle). Cette réflexion est nécessaire si l'on veut éviter que les autoroutes de l'information mènent à un terrain vague...

## LE CLUB EN PRATIQUE

Club Internet, Tir-Fédéral 80, 1024 Ecublens  
Arrêt TSOL: Cerisaie  
Téléphone: 021 691 25 93  
Fax: 691 25 96

### Formule: *professionnel* (lundi-mardi, sur rendez-vous)

- heures d'exploration du réseau (heures de bureau)
- accès aux conférences, éventuellement téléconférences

- possibilités de bénéficier de conseils d'experts pour l'utilisation d'Internet dans votre entreprise

### Formule: *enseignement* (mercredi, sur rendez-vous)

- démonstrations pour des classes ou autres groupes de jeunes
- discussions sur le rôle pédagogique d'Internet

### Formule: *divertissement* (soirées, samedi après-midi)

- heures d'exploration du réseau (Internet Café)

*Remarque: ces horaires sont sujets à modification*

## REMERCIEMENTS À NOS SPONSORS

- Fédération Romande d'Informatique
- FastNet SàRL
- Industrade SA
- MEM Informatique SA
- MASS Informatique SA
- Lightning Instrumentation SA
- Telecom PTT Lausanne
- aCOMM

# QUELLE PLACE POUR ATM DANS LES RÉSEAUX ?

PAR JEAN-YVES LE BOUDEC, LABORATOIRE RÉSEAUX DE COMMUNICATION DI-EPFL, E-MAIL: LEBOUDEC@DI.EPFL.CH

**A l'heure** où le grand public commence à découvrir l'Internet, les professionnels des réseaux voient gonfler sur l'horizon la vague ATM. Or l'Internet et ATM représentent des technologies fondamentalement différentes, par leur architecture, et peut être surtout par l'héritage des milieux qui les ont développées. Que représentent ces technologies? Que nous préparent ces prochaines années? Quelle place prendra ATM dans les réseaux? Ce sont les questions auxquelles s'attaque ce court article.

## AUX ORIGINES FURENT IP ET X.25

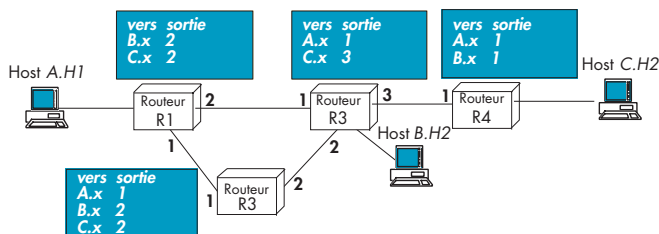


Figure 1: mode de transfert sans connexion, illustrant les tables de routages

L'Internet est né dans les années septante; sa base en est le protocole IP (*Internet Protocol*). Comme nos perspicaces lecteurs n'auront pas manqué de le remarquer, le nom même indique qu'il s'agit d'une technologie d'interconnexion de réseaux. A l'origine, lesdits réseaux étaient par exemple des Ethernets, et un des buts d'IP fut de vaincre les limitations de distance et de taille de ces derniers. Pour ce faire, on donna simplement à chaque réseau un numéro de *network*, et à chaque ordinateur sur un réseau un numéro de *host*. Entre les réseaux, on place des routeurs, dans lesquels on écrit, par un moyen maintenant automatique, des tables de routage qui permettent d'envoyer les paquets aux bons endroits.

Une des caractéristiques essentielles d'IP est que le protocole est *sans connexion*. Cela signifie que pour envoyer un paquet IP, un ordinateur n'a besoin d'autre chose que d'y écrire l'adresse du destinataire, comme on envoie une lettre à la poste. Bien sûr, le paquet n'atteindra sa destination finale que si toutes les tables de routage sont correctement écrites dans le réseau. Ceci est la fonction du protocole de routage, qui fonctionne entre routeurs. Les routeurs ne maintiennent pas d'information sur les communications individuelles; ils se contentent de savoir par où il faut les envoyer (figure 1).

Un des objectifs, présent à la conception d'IP, qui explique le choix d'un mode sans connexion, fut de permettre le développement de réseaux dans un cadre non directif et sans opérateur central. Le choix du mode sans connexion est aussi le choix de la simplicité — un avantage décisif dans le monde très complexe des protocoles. Le même choix fut arrêté par presque tous les réseaux constructeurs de seconde génération<sup>1</sup>: c'est le cas d'AppleTalk et d'IPX (Novell). Par contre, les réseaux de première génération (SNA) et certains réseaux de seconde génération (APPN), emploient une technique avec connexion: quand un ordinateur désire communiquer avec un autre, il lui faut auparavant, par un échange de messages de contrôle avec un routeur (par exemple un routeur APPN), établir une connexion à travers tout le réseau. Tous les routeurs entre source et destination sont impliqués dans ce flux de contrôle, et autorisent ou rejettent la connexion. A la fin de la phase de contrôle, l'ordinateur source peut envoyer des données sur la connexion. Tous les routeurs impliqués maintiennent une machine d'état finie reflétant l'état de la connexion (Figure 2). La figure illustre que les tables de routage pour un routeur de protocole avec connexion possèdent une entrée par connexion, non par réseau destinataire comme dans le cas sans connexion<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Nous appelons réseaux de première génération les réseaux d'entreprises, tels SNA, construits autour des grands ordinateurs centraux (mainframes). Ils supportent le mode de calcul centralisé. Les réseaux de seconde génération sont construits autour des réseaux locaux (Ethernet, Token Ring) et supportent le mode de calcul client-serveur.

Elles sont donc beaucoup plus volumineuses.

Le mode orienté connexion est plus complexe, tant pour les ordinateurs utilisant le service que pour les routeurs. Par contre, il a l'avantage d'un meilleur contrôle sur les flux de trafic. On peut par exemple garantir qu'une fraction déterminée de la capacité du réseau est réservée en priorité aux flux de trafic interactifs dont la qualité est vitale pour l'entreprise (ainsi des transactions de réservation pour une compagnie aérienne). Les réseaux dédiés aux missions critiques de l'entreprise préfèrent donc souvent une technique avec connexion (SNA, APPN, Frame Relay).

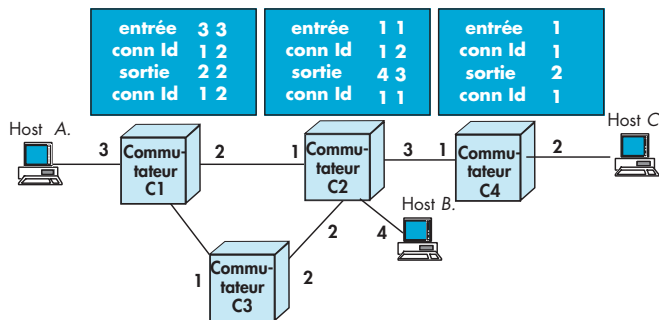


Figure 2: mode de transfert avec connexion, montrant les tables de connexions ("conn Id" = identificateur local de connexion). Les numéros sur la figure sont ceux des ports d'entrées-sorties. La figure montre deux connexions. La première relie A à B en passant par C1 et C2, et est identifiée par un "conn Id" égal à 1 sur tous les liens.

La deuxième relie A à C en passant par C1, C2 et C4 et est identifiée par un "conn Id" égal à 2 entre A et C1 comme entre C1 et C2, et égal à 1 sur les autres liens.

Les réseaux publics préfèrent aussi une technique avec connexion, pour la même raison du meilleur contrôle sur les flux de trafic, et en particulier à des fins de facturation. Ce fut le cas du protocole réseau de la recommandation X.25, qui fut à peu

<sup>2</sup> Notre discussion porte exclusivement à ce point sur la couche réseau, (dont la fonction est de porter les paquets de données d'un ordinateur source à un ordinateur destination). En dernier ressort, la communication entre deux systèmes est très souvent avec connexion, indépendamment du ou des réseaux employés. Ainsi le célèbre protocole de transport TCP est avec connexion. Au titre de protocole de transport, TCP est implanté dans les ordinateurs source et destination, mais pas dans les routeurs.

près contemporain d'IP, et qui, par simplification des fonctions de réseau, a donné Frame Relay. Dans le cas des réseaux publics, le routeur de paquet est généralement appelé *commutateur*, le mot *routeur* étant évité dans ce contexte.

## ATM EST ARRIVÉ

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) fut choisi par l'organe central de normalisation du monde des Télécoms (l'ITU) dans la fin des années huitante. ATM est l'héritier direct de Frame Relay, dont il diffère par l'emploi de paquets de petite taille et fixe (appelées *cellules*). ATM est donc orienté connexion. En pratique, les fonctions de routage de cellule sont implantées en hardware, contrairement à la plupart des routeurs IP ou des commutateurs X25 ou Frame Relay. Dans le cas d'ATM, on parle aussi de commutateur plutôt que de routeur de cellules.

ATM ajoute aux technologies qui l'ont précédé la possibilité de garantir capacité et qualité des services *par connexion*. Ainsi on peut établir une connexion entre deux systèmes ATM et spécifier par exemple qu'on souhaite pour cette connexion un débit garanti de 3 Mb/s, un délai maximum de 100 ms, une variation de délai inférieure à 5 ms, et un taux de pertes de cellules inférieure à  $10^{-10}$ . Par comparaison, les technologies réseau mentionnées plus haut ne permettent pas des garanties aussi fortes.

De telles garanties sont nécessaires pour pouvoir transporter sur ATM les circuits numériques (à 64 kb/s, 2 Mb/s, 34 Mb/s,...) qui forment les services essentiels des opérateurs de Télécom. Elles sont aussi utiles pour établir des connexions multimédias, par exemple pour transporter des flux audio ou vidéo.

## ATM POUR LES RÉSEAUX LOCAUX

Défini à l'origine pour les besoins des réseaux publics, ATM s'est imposé rapidement comme la technologie de choix pour les réseaux locaux d'entreprise (les LANs). Pourquoi cette évolution?

Pour le comprendre, il faut d'abord se rappeler que les réseaux locaux résolvent avant tout un problème de câblage. A l'origine, ils sont basés sur des techniques de partage du support: avec Ethernet comme avec le Token Ring ou FDDI, le réseau est construit autour d'une méthode d'accès qui permet à plusieurs ordinateurs d'utiliser des câbles communs pour communiquer entre eux. Dans le premier cas, la méthode d'accès consiste

à autoriser plusieurs ordinateurs à essayer d'émettre en même temps, quitte à se répéter s'il y a eu collision. Dans les deux autres cas, c'est un jeton qui, transmis d'un ordinateur à l'autre, commande l'accès au réseau: seul l'ordinateur en possession du jeton a le droit d'émettre. Ces techniques de réseau local sont bien adaptées au caractère extrêmement sporadique du trafic entre ordinateurs. Par contre, elles entraînent des contraintes importantes de taille et de configuration. D'une part, la méthode d'accès impose une limite à l'étendue géographique du réseau (2 kilomètres de câble au maximum pour Ethernet) et au nombre d'ordinateurs connectés (rarement plus de la centaine). D'autre part, tous les ordinateurs sur un même réseau partagent les mêmes câbles et il n'est pas possible d'isoler un ordinateur des autres. L'isolation est souhaitée pour des raisons de performance ou de sécurité; le trafic étant très irrégulier, on souhaite souvent dans les entreprises pouvoir isoler un groupe de travail pour éviter qu'il ne monopolise le réseau, ou au contraire pour éviter qu'il ne soit gêné par le reste du trafic. On cite ainsi l'exemple de l'entreprise de courtage en bourse où, au moment où le comptable lance l'opération quotidienne de bouclage, le reste du réseau de l'entreprise est paralysé pendant 15 minutes.

Afin de compenser ces limitations des réseaux locaux, on a vu apparaître un ensemble complexe de techniques d'accompagnement: concentrateurs, ponts et routeurs. Les concentrateurs sont des équipements qui permettent de mettre en place plusieurs réseaux locaux parallèles, et d'obtenir par là un certain découplage entre la localisation d'un ordinateur et le réseau auquel il est connecté. Pour reprendre l'exemple précédent, avec un concentrateur on peut créer, sous certaines conditions, un réseau dédié à la comptabilité, et un autre au reste des opérations, tout en permettant à ces deux réseaux de coexister sur les mêmes mètres carrés. Les ponts et routeurs, quant à eux, permettent d'interconnecter les différents réseaux locaux ainsi créés par des partitions; ils permettent aussi de s'affranchir des limites de taille et d'étendue.

L'ensemble ainsi obtenu est cependant très complexe à mettre en œuvre et à gérer, à cause de la multiplicité des technologies mises en jeu; chaque élément (ordinateur, concentrateur, pont, routeur) doit être correctement configuré, les concepts et les techniques étant pour chacun différents. Quand on ajoute à la gestion de ces éléments celle des serveurs (de fichier, d'applications), on considère en général qu'une entreprise a besoin d'une personne à temps plein par cinquante d'utilisateurs en réseau.

Une des raisons principales de cette complexité est, paradoxalement, enracinée dans le principe même d'Ethernet, Token Ring et FDDI, à savoir, le principe de l'accès partagé. Une solution alternative est la commutation (*layer 2 switching*).

Avec une technologie de commutation, chaque ordinateur est connecté par une liaison point à point à un nœud du réseau, et les communications entre ordinateurs passent nécessairement par ces nœuds. Les nœuds du réseau sont des composants actifs, qui doivent analyser l'en-tête de chaque paquet afin de l'acheminer. Ces nœuds sont donc des commutateurs tels que nous les avons rencontrés dans les sections précédentes. Les ponts et les routeurs sont de tels commutateurs. On a vu ainsi apparaître des commutateurs Ethernet, Token Ring ou FDDI (*switched LANs*); avec ces commutateurs il n'y a plus d'accès partagé (ils ne gardent les noms d'Ethernet, Token Ring et FDDI que parce qu'ils permettent de connecter des ordinateurs possédant ces interfaces). Au contraire, le trafic de port à port est commuté sans conflit (Figure 3). Pour la petite histoire, ces commutateurs ont en fait des ponts entre réseaux locaux réduits à un seul élément.

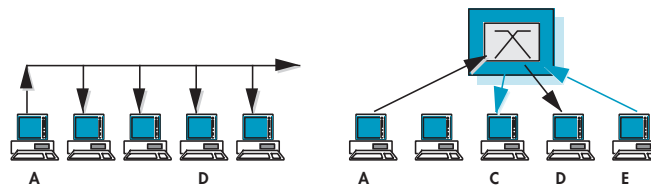


Figure 3: Accès partagé à gauche contre commutation à droite. A gauche, quand A parle à D, tout le réseau est occupé. A droite, A et E peuvent envoyer des paquets en même temps.

Une solution à base de commutation résout tous les problèmes mentionnés plus haut. En particulier, et à condition de posséder la technologie pour interconnecter les commutateurs entre eux (routage, découverte des adresses, etc.), ils permettent de créer des réseaux de toutes tailles et de toute étendue géographique, comme on le connaît pour le téléphone.

Au moment où l'ITU spécifiait l'ATM pour le RNIS à large bande, l'industrie des réseaux locaux était donc à la recherche d'un standard définissant une technologie de commutation. Le choix s'est alors tout naturellement porté sur ATM, non tant à cause des qualités intrinsèques des choix techniques arrêtés par l'ITU (le concept de paquet de taille fixe, la cellule, est peu adapté au monde des données), mais plutôt pour la valeur en soi d'un standard stable et durable.

C'est ainsi qu'ATM est apparu comme la technologie de choix pour les réseaux locaux. Le réseau local moderne sera donc de plus en plus construit autour d'ATM (Figure 4):

- des commutateurs d'Ethernet ou Token Ring (*switched Ether-*

net, switched Token Ring) sont utilisés comme technologie d'attachement au réseau (sans accès partagé), et ATM est utilisé comme infrastructure d'épine dorsale,

- des ordinateurs se connectent directement à ATM, sans intervention de technologies Ethernet, Token Ring ou FDDI. Ces deux solutions coexistent dans un même réseau, sans qu'il soit possible à l'heure actuelle de prédire leurs importances relatives.

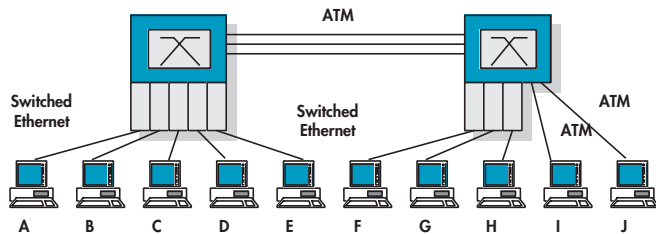


Figure 4. ATM dans le réseau local. A à H utilisent Switched Ethernet, I et J utilisent ATM natif. Les commutateurs d'Ethernet utilisent ATM entre eux. Entre Switched Ethernet et ATM, les ordinateurs communiquent par LAN Emulation, ou par IP sur ATM.

## IP sur ATM

La mise en œuvre d'ATM requiert le portage des protocoles réseau (tels que IP, APPN mentionnés plus haut): en effet, sans cela, un ordinateur connecté par ATM ne pourrait parler qu'à un autre ordinateur ATM. Rappelons qu'IP permet justement d'interconnecter des réseaux tels qu' Ethernet et Token Ring. Il est donc relativement simple d'ajouter ATM à cette liste, ce qui fut fait par l'IETF (*Internet Engineering Task Force*) dans une série de RFCs (*Requests For Comments*, nom cryptique donné aux documents officiels de l'IETF).

La solution spécifiée à l'heure actuelle (Figure 5), utilise ce qu'on appelle le *modèle classique*. Il fonctionne, dans les grands traits, de la façon suivante. Les ordinateurs ont des adresses IP (A1, A2) et des adresses ATM (a1, a2).

- Au démarrage, l'ordinateur 1 établit une connexion ATM avec le serveur d'adresses. Ce dernier peut être implanté dans un routeur ou dans un ordinateur connecté au même réseau ATM. L'adresse ATM du serveur d'adresse est bien connue.

- Le serveur d'adresse apprend par ce moyen que l'adresse IP A1 est accessible par l'adresse ATM a1.
- L'ordinateur 1 désire envoyer des données à l'ordinateur 2, en utilisant le protocole IP. L'ordinateur 1 connaît donc l'adresse IP de l'ordinateur 2. Il lui faut maintenant déterminer l'adresse ATM de l'ordinateur 2, ce qu'il obtient en le demandant au serveur d'adresse, par la connexion ATM déjà établie (1).
- L'ordinateur 1 peut alors établir une connexion vers l'ordinateur 2, si ce n'est déjà fait, et l'utiliser pour envoyer les données (2).

Le rôle du serveur d'adresse est de compenser l'absence de propriété de diffusion (*broadcast*) d'un réseau ATM. Rappelons que, sur un Ethernet, Token Ring ou FDDI, la résolution d'adresse se fait en diffusant la demande à tout le réseau, ce qui est simple à réaliser dans les réseaux à support partagé.

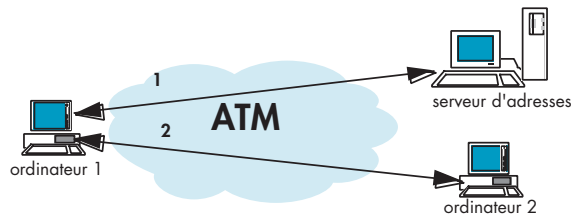


Figure 5: le modèle classique d'IP sur ATM

Il existe en fait une petite précision à apporter à cette description, qui a trait au concept IP de *réseau logique*. Un réseau logique est un ensemble d'adresses qui dans la pratique, correspond par exemple à tous les systèmes connectés au même Ethernet. Entre réseaux logiques, on communique par des routeurs; à l'intérieur d'un réseau logique, on n'utilise pas le routeur, mais directement le réseau Ethernet (par exemple). Le scénario précédent d'IP sur ATM ne s'applique que si les ordinateurs 1 et 2 sont définis comme appartenant au même réseau logique. Sinon la communication entre les ordinateurs 1 et 2 requiert l'intermédiaire d'un routeur, même si une connexion directe est possible par ailleurs. Or, les réseaux logiques sont utilisés comme unités administratives: ainsi il existe dans les entreprises d'une certaine taille un réseau logique par petite unité; cela permet de rationaliser la gestion des adresses IP; malheureusement, de ce fait, il n'est guère concevable de demander que tous les systèmes ATM aient à communiquer entre eux appartiennent au même réseau logique. Avec le modèle classique, il peut donc être nécessaire d'utiliser des routeurs comme intermédiaires, même à l'intérieur d'un ensemble d'ordinateurs tous connectés à ATM. Le modèle classique utilise donc ATM comme un Ethernet

(d'où son nom), et ne permet pas en général d'utiliser ATM de bout en bout.

Une solution à ce problème est en voie d'élaboration (*NHRP*, *Next Hop Resolution Protocol*) et devrait être finalisée prochainement. Cette solution autoriserait des systèmes appartenant à des réseaux logiques différents à établir des connexions ATM directes entre eux. Cela représente une déviation du protocole IP original (qui impose l'emploi de routeurs entre réseaux logiques) et représente un changement logiciel plus important. Les problèmes à résoudre, et qui sont discutés à l'IETF à l'heure actuelle, concernent la présence de boucles persistantes introduites par cette déviation du protocole IP, si on l'utilise sans autre dans un environnement utilisant, lui, les protocoles existant. Ce problème n'existe pas avec le modèle classique.

Pour mémoire, il existe, à côté d'IP sur ATM, une autre solution pour interconnecter des systèmes utilisant IP et d'autres protocoles. Il s'agit de LAN emulation, qui est aujourd'hui spécifié par l'ATM Forum, et dont l'objet est d'émuler l'accès Ethernet ou Token Ring pour un système connecté à ATM. Cela permet de réutiliser *tel quel* le code de protocoles existants (par exemple IP, mais aussi AppleTalk, NetBIOS, APPN, IPX...), avec les mêmes limitations, déjà mentionnées, que le modèle classique d'IP sur ATM.

## ATM DE BOUT EN BOUT, RSVP

Nous avons présenté jusqu'ici les concepts fondamentaux d'IP et d'ATM, et comment on peut utiliser IP sur ATM. Dans tous les cas ainsi décrits, ATM intervient dans le même rôle qu'Ethernet ou Token Ring; le but d'IP sur ATM, comme de LAN Emulation, est précisément d'éviter de rendre visible aux applications les spécificités d'ATM. L'avantage principal d'utiliser ATM dans un tel contexte est, d'une part l'augmentation de capacité du réseau, d'autre part, la possibilité de configurer des réseaux logiques indépendants de la localisation.

Il est cependant un caractère d'ATM qu'il est intéressant de rendre visible aux applications: c'est la réservation de ressources, rendue possible parce qu'ATM utilise des connexions. La garantie de ressources est nécessaire pour transporter des flux tels que la vidéo ou l'audio avec une qualité commerciale. Il existe bien des expériences de transport de flux vidéo sur l'Internet, donc sans connexion ni garantie, mais la qualité est variable, imprévisible, et, au moins pour la vidéo, insuffisante pour des utilisateurs aux exigences habituelles.

Pour offrir des garanties de ressources, une solution est d'utiliser ATM de bout en bout. La Figure 6 illustre un scénario, tiré du projet *Web sur ATM* (voir plus loin dans cet article). Un

client Web utilise l'Internet pour naviguer à travers les bases d'information; à la fin de cette phase de navigation, il obtient l'adresse (URL) d'un serveur où se trouve une séquence vidéo qu'il désire accéder. En même temps que l'URL du serveur, nous supposons qu'il obtient aussi l'adresse ATM du serveur, une identification de l'objet vidéo dans le serveur, et peut-être aussi son prix. Dans une seconde phase, le client établit alors une connexion ATM au serveur, sur laquelle la séquence vidéo est transmise. La qualité de la transmission est garantie à partir de ce moment, et l'utilisateur peut utiliser la connexion pour des fonctions de pause, avance accélérée, etc, utilisant le serveur comme un magnétoscope distant (*remote VCR*).

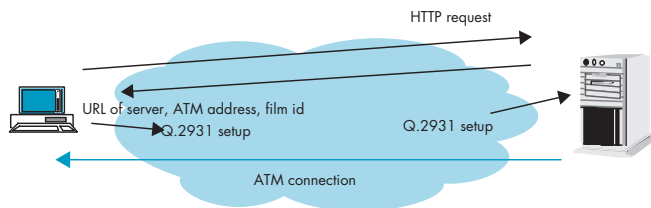


Figure 6: magnétoscope distant dans le projet "Web sur ATM"

La figure 6 suppose un scénario de la double pile (*dual protocol stack*). Le client Web implante, côte à côte, les protocoles TCP/IP sur ATM (pour la navigation sur le Web), et une pile ATM native (pour ATM de bout en bout vers le serveur). La double pile a l'avantage de la simplicité conceptuelle, et de la compatibilité avec l'Internet.

ATM de bout en bout a cependant l'inconvénient d'être... de bout en bout. Si un seul maillon de la chaîne entre le client et le serveur vidéo ne supporte pas ATM, alors le scénario n'est pas réalisable. Comme l'introduction d'ATM requiert, en général, le changement de carte d'interface de communication (sans parler du réseau), il faudra compter pendant longtemps avec des domaines sans ATM. Contrairement à IP, ATM n'est pas une technologie d'interconnexion.

Le multimédia a donc besoin d'une *IP avec réservation*. Plusieurs essais en ce sens ont déjà eu lieu: des protocoles tels que **ST** et **ST.11** jouent ce rôle et sont pour partie disponibles dans certains produits UNIX. Pour des raisons qu'il est trop long d'expliquer ici, l'IETF se tourne plutôt vers RSVP (Resource reSerVation Protocol), dont la standardisation est attendue pour la fin de cette année. Avec RSVP, il est possible de réserver les ressources nécessaires à une communication. Contrairement à ATM, RSVP est un protocole d'accompagnement d'IP, et ne demande pas de

nouvelle carte d'interface de communication sur les ordinateurs. Cependant, pour fonctionner correctement, RSVP demande que les routeurs soient modifiés pour effectuer toutes les tâches liées à la réservation — tâches pour lesquelles les équipements actuels n'ont pas été conçus. Par contre, RSVP fonctionne (bien ou mal) même si une partie du réseau n'est pas capable d'effectuer la réservation. S'il existe suffisamment de capacité sur ladite partie, la communication multimédia sera de bonne qualité; sinon, pas. Enfin, contrairement à ATM, RSVP supporte très bien la communication de groupe (*multicast*)<sup>3</sup>.

Quelle est donc la place d'ATM dans un monde utilisant IP et RSVP ? Et quel est l'intérêt de RSVP si l'on possède ATM ? Comme toujours dans les réseaux, la réponse est mitigée:

- la mise en place de routeurs IP supportant RSVP risque de prendre un temps assez long, alors que l'implantation d'ATM dans les commutateurs est déjà bien avancée;
- ATM joue un rôle de remplacement d'Ethernet et Token Ring, et à ce titre, supporte des réseaux autres que IP (par exemple AppleTalk);
- ATM est la technologie de choix pour les réseaux publics offrant de la bande passante tarifée (à cause, entre autres, de son aspect orienté connexion);
- par contre, la communication de bout en bout demande un protocole tel que RSVP, indépendant de la carte d'interface de communication.

En conséquence, on peut donc conjecturer à l'heure actuelle qu'ATM va s'implanter dans les réseaux locaux, soit directement, soit comme technologie d'interconnexion entre commutateurs (*switched Ethernet, switched Token Ring*), et de même, les réseaux publics offriront des services large bande en utilisant une base ATM. Par contre, RSVP risque bien de s'imposer dans tous les cas où l'hétérogénéité est la règle. En particulier, on verra RSVP implanté même sur ATM, pour permettre à des systèmes ATM d'utiliser des communications à réservation de ressources avec des systèmes non ATM.

## WEB SUR ATM

La discussion précédente illustre la complexité de l'introduction d'ATM dans un monde d'ordinateurs, où les protocoles sont déjà légion. Contrairement à ce qu'on a pu écrire imprudemment, ATM ne va pas simplifier la gestion de réseaux dans un premier temps, bien au contraire. Un des problèmes essentiels est de préserver la possibilité de communication universelle offerte par IP (et les protocoles qui l'accompagnent), tout en tirant parti des bénéfices de performance, garantie de ressource, et facilités de

gestion, offerts par ATM.

Le projet Web sur ATM a été lancé par la section de systèmes de communication (SSC) dans ce contexte. Son but est d'apporter des solutions permettant d'offrir la qualité ATM, et en particulier la qualité garantie, à un service Internet tel que le Web. Le projet regroupe des laboratoires du DI et du DE: LRC (coordinateur), LIG, LTI, LTS et TCOM. Les objectifs du projet sont:

- extensions de l'environnement Web pour exprimer la garantie de ressources, et améliorations de performance pour profiter d'une bande passante plus grande;
- interfonctionnement de RSVP et ATM, et gestion de la qualité de service;
- applications vidéo et de réalité virtuelles adaptées au Web et à ATM.

Pour pouvoir implanter nos solutions nouvelles dans un environnement réel, le projet a besoin, pour les protocoles de bas niveau (RSVP et TCP en particulier) d'un système UNIX librement accessible; notre choix s'est porté sur LINUX, pour lequel nous développons donc maintenant le sous-système ATM. Les protocoles seront non seulement implantés dans un système réel, mais seront aussi développés avec le souci d'obtenir des spécifications propres et prouvées.

## CONCLUSION

ATM apparaît dans un double rôle: comme successeur des Ethernet, Token Ring et FDDI dans les réseaux locaux, et comme infrastructure pour les réseaux publics. Un premier enjeu est de savoir si, dans les réseaux locaux, ATM restera limité aux fonctions d'infrastructure (à l'intérieur du réseau, entre concentrateurs et commutateurs), ou bien s'il s'imposera jusque dans les ordinateurs individuels. Un deuxième enjeu concerne la concurrence avec les protocoles de la famille TCP/IP qui, tels RSVP, permettent de réserver des ressources de bout en bout. Dans tous les cas, nous pensons qu'ATM sera la principale technologie nouvelle dans les réseaux pour les dix prochaines années, mais que le monde nouveau ainsi créé continuera d'être hétérogène. ■

<sup>3</sup> RSVP continuera d'exister avec IP version 6, la nouvelle version d'IP qui sera aussi stabilisée vers la fin de cette année. IP version 6 incorporera un concept de flow identification, ce qui revient à introduire, à côté du mode sans connexion, un mode avec connexion.

# INTRODUCTION DE LA TECHNIQUE ATM À TÉLÉCOM PTT

## APERÇU

PTT  
PAR PATRICE HALDEMANN, TÉLÉCOM 

### SOCIÉTÉ DE L'INFORMATION

Les récentes percées technologiques dans les domaines de l'informatique, de l'audiovisuel et des télécommunications permettront de véhiculer et de traiter un volume considérable d'informations. Les structures économiques, les modes d'organisation et de production, l'accès à la connaissance, les loisirs et les méthodes de travail seront alors susceptibles de subir de profondes mutations. Les enjeux économiques et sociaux qui en résulteront auront certainement des répercussions au niveau planétaire.

Infrastructure de télécommunications, applications, aspects sociaux, droits de propriétés intellectuelles, sociétés des médias, sécurité de l'information sont autant de défis qu'il conviendra de relever sur la base d'une approche commune entre gouvernements. A ce titre, le rapport du commissaire européen Bangemann *L'Europe et la société de l'information planétaire* ainsi que la récente réunion du G7 à Bruxelles illustrent la volonté politique de se lancer à la conquête de l'ère de l'information. Le secteur de l'économie devrait en être le premier bénéficiaire au travers de l'acquisition de nouveaux marchés, la création d'emplois et la délocalisation des processus de travail.

L'édification de cette société est toutefois tributaire de la mise en œuvre des autoroutes de l'information. Alors que leur réalisation semblait encore hypothétique il y a quelques années, elle apparaît aujourd'hui à portée de main grâce aux récents progrès dans la micro-électronique, le traitement des signaux, la compression de l'image et le logiciel. Principal maillon dans la chaîne de l'information, les réseaux à haut débit deviennent réalité grâce à deux percées technologiques fondamentales: la transmission optique et l'ATM, acronyme anglais pour mode de transfert asynchrone.

### MODE DE TRANSFERT ASYNCHRONE (ATM), PIERRE ANGULAIRE DANS L'ÉDIFICATION DES AUTOROUTES DE L'INFORMATION

C'est à partir du milieu des années 80 que la technique ATM, examinée par les organes de normalisation, a obtenu ses premières lettres de noblesse en tant que technique universelle pour le transport des services à large bande. En fait l'ATM est née de la nécessité impérieuse de disposer d'une technique de transport flexible pour véhiculer des informations à haut débit. Elle répond aux besoins des futures applications à large bande. Ses caractéristiques la prédisposent au transport de services multimédias composés de plusieurs types d'information tels que la voix, les données, la vidéo, les images et les graphiques. De plus, la technique ATM permet d'allouer dynamiquement le débit de transfert sur les réseaux au débit effectif de la source d'information. Cette propriété lui confère l'avantage de mieux utiliser les capacités de transmission et par voie de conséquence de réduire les coûts de transport de l'information.

Adoptée par les secteurs de l'informatique et des télécommunications comme norme industrielle dans les réseaux publics et privés, la technique ATM opérera véritablement la jonction entre ces deux mondes. Les économies d'échelle et d'intégration qui en résulteront seront d'une ampleur sans précédent. Par le biais de l'ATM, l'information pourra être recherchée, triée, partagée et transmise rapidement, facilement et ce à des coûts raisonnables. De nouvelles perspectives de développement seront ainsi offertes pour la recherche, la santé, l'éducation, les services financiers et administratifs et le secteur de l'industrie. L'ATM aura également des répercussions notoires sur l'industrie de l'information et du divertissement, le monde du cinéma, de la musique, de la



télévision et de la radio. Elle assurera le transport de services vidéo interactifs dans le secteur résidentiel et offrira aux citoyens l'accès généralisé à l'information.

L'introduction de la technique ATM interviendra toutefois par étapes successives couvrant progressivement les besoins du marché en fonction de l'innovation technologique et des coûts de production.

## PREMIÈRE ÉTAPE DE RÉALISATION

La nécessité d'accroître la capacité des réseaux locaux d'entreprise (LAN) ainsi que les besoins d'interconnecter ces derniers sur de longues distances constituent les deux forces majeures qui président actuellement au déploiement de la première génération de systèmes ATM. Les technologies LAN actuelles, basées sur des réseaux à ressources partagées, se heurtent aux nouvelles exigences imposées par un nombre croissant d'utilisateurs, le renouvellement de stations de travail plus performantes, la mise en œuvre d'applications distribuées et la promotion du travail de groupe. Parmi les nouvelles technologies LAN en voie de réalisation, les réseaux commutés reposant sur la technique ATM possèdent le plus grand potentiel d'applications à long terme. De plus, l'interconnexion de LAN est perçue comme un changement majeur qui affectera les besoins en télécommunications de la clientèle commerciale durant les prochaines années. Ceci résulte de la délocalisation des processus de travail et de la globalisation des marchés. Dans ce domaine, l'ATM s'avère également comme une solution très appropriée pour

le transport de services de données à haut débit. De surcroît, elle constitue l'approche naturelle en vue d'une intégration ultérieure de la voix et des données.

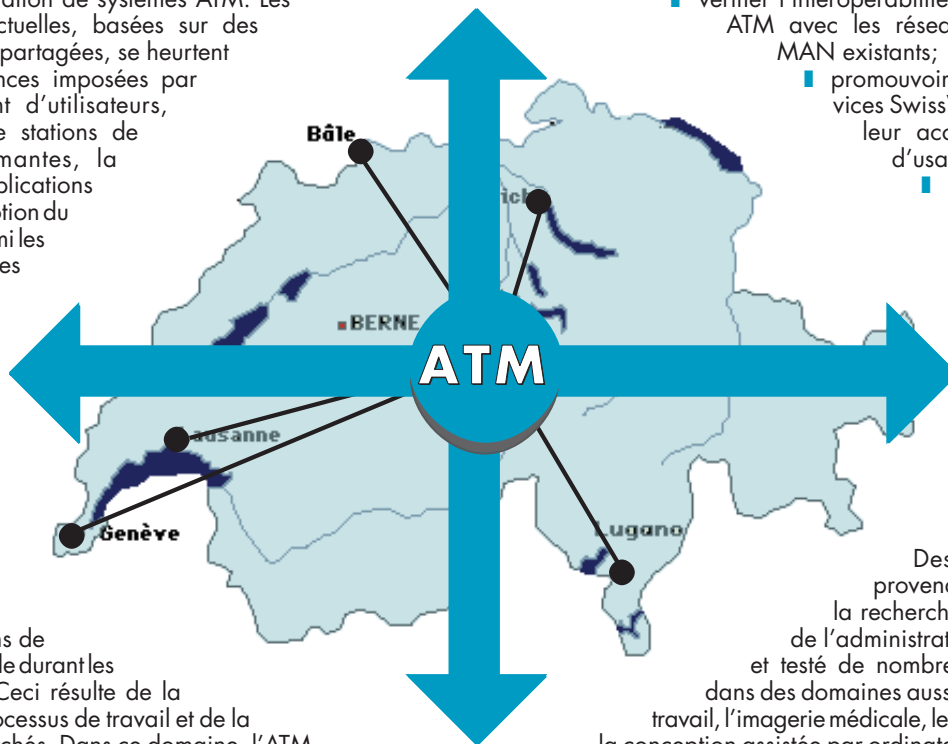
Pour répondre aux besoins croissants du marché pour des services de données à haut débit, Télécom "ss" a mis en œuvre un réseau WAN (Wide Area Network) basé sur la technique ATM. Cette plate-forme, constituée de brasseurs et de multiplexeurs, est destinée à la fourniture de services dénommés SwissWAN. Elle satisfait aux critères les plus sévères imposés par les applications commerciales et plus particulièrement par l'interconnexion des LAN. Afin de préparer le déploiement commercial, une phase pilote fut réalisée de mi-94 à mi-95 pour tester les aspects techniques et commerciaux de la plate-forme ATM et des services SwissWAN. Les objectifs particuliers du pilote visèrent essentiellement à:

- valider les normes et la technologie ATM dans un environnement réel d'exploitation;
- vérifier l'interopérabilité de la plate-forme ATM avec les réseaux métropolitains MAN existants;
- promouvoir les nouveaux services SwissWAN et en vérifier leur acceptabilité auprès d'utilisateurs pilotes;

- créer une prise de conscience des potentialités de l'ATM pour la mise en œuvre de nouvelles applications innovatrices.

Les applications furent l'objet d'expérimentations intensives.

Des usagers pilotes provenant des secteurs de la recherche, de l'industrie et de l'administration ont développé et testé de nombreuses applications dans des domaines aussi variés que le télétravail, l'imagerie médicale, le télé-enseignement, la conception assistée par ordinateur et les processus de calcul distribués. Télécom "ss" a également pris une part



très active dans la recherche et la promotion d'applications clés relatives aux réseaux d'entreprise, aux services multimédias et au projet Exploit du programme de recherche européen RACE. Un ensemble de tests très complexes visant à vérifier les caractéristiques de transport de la technique ATM sur satellite et entre centraux numériques téléphoniques ont été effectués.

Par le biais d'un protocole d'accord signé avec ses partenaires européens en 1993, Télécom <sup>PTT</sup> s'est associée à la réalisation d'un réseau pilote européen. Le réseau pilote suisse est actuellement relié aux réseaux de nos pays voisins par le truchement de liaisons à haut débit. Les travaux intensifs entrepris dans le cadre du réseau pilote européen ont permis de valider l'interopérabilité des réseaux nationaux et ainsi contribuer à harmoniser la mise en œuvre d'un réseau ATM transnational. Grâce à la participation active d'usagers pilotes, des applications à large bande ont été expérimentées au-delà des frontières.

Les résultats très positifs enregistrés durant la phase pilote ont incité Télécom <sup>PTT</sup> à commercialiser progressivement les services SwissWAN à partir de mi-95. Les services SwissWAN satisfont les critères de base de nombreuses applications et constituent un outil performant et économique en tant que support de processus de travail innovateurs. De plus, la plate-forme ATM possède un nombre d'avantages décisifs pour les réseaux d'entreprise tels que l'utilisation partagée des ressources du réseau, l'extensibilité de l'infrastructure, l'échelonnement des investissements garantissant une intégration harmonieuse des réseaux WAN et LAN. La technique ATM a atteint un degré de maturité technique qui permet de garantir la fourniture des services SwissWAN sur la base de critères de qualité répondant aux exigences d'applications commerciales. La phase commerciale sera caractérisée par une extension des capacités et des fonctionnalités du réseau. Des techniques de gestion de réseaux avancées reposant sur les récentes normes internationales seront progressivement introduites afin d'améliorer constamment la flexibilité et la qualité des prestations offertes. Ceci permettra d'élargir graduellement la palette des services SwissWAN pour répondre aux futures attentes de la clientèle. Des solutions globales intégrant LAN et WAN seront proposées.

## PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT

Les applications à large bande seront appelées à subir un développement considérable durant les prochaines années. Il en résultera une plus grande pénétration du marché, un accroissement du trafic et une demande pour des services plus diversifiés. Dans le secteur commercial, l'utilisation accrue des applications multimédias interactives nécessitera l'établissement de connexions appel par appel. Le déploiement d'un réseau commuté avec les fonctions de signalisation qui lui seront associées constituera la réponse à ces attentes. La demande future pour des services vidéo interactifs dans le secteur résidentiel pourrait également accélérer l'introduction du réseau commuté ATM. Les fonctions du réseau de transport et du réseau commuté seront alors combinées sur une plate-forme commune. Toutefois l'interopérabilité avec les services, les réseaux et les outils de gestion existants constituera le plus grand défi à relever avant que la technique ATM s'établisse comme protocole de réseau universel et qu'un pas réel en direction du réseau RNIS à large bande soit franchi.

## CONCLUSIONS

Au travers de la mise en œuvre d'une infrastructure de réseau basée sur les tous récents progrès technologiques et d'une fourniture de prestations diversifiées <sup>PTT</sup> innovatrices répondant aux attentes de la clientèle, Télécom <sup>PTT</sup> entend promouvoir en Suisse les autoroutes de l'information et doter notre pays d'une infrastructure de télécommunications lui permettant de relever un défi universel sans précédent.

Le Bulletin Technique de Télécom <sup>PTT</sup> du mois d'août 1995, consacré à l'introduction de la technique ATM, donne un aperçu des particularités des services, des applications, du réseau et des techniques de gestion des phases pilote et commerciale. ■

# MBONE INTERNET À L'ŒIL

PAR GEORGES AUBRY, E-MAIL: AUBRY@SIC.EPFL.CH & RICHARD TIMSIT, E-MAIL: TIMSIT@SIC.EPFL.CH, SIC-TÉLÉINFORMATIQUE

**MBONE** (Multicast Backbone) est un réseau virtuel qui utilise Internet pour véhiculer un trafic multicast IP. Cette technique de communication permet à un même paquet d'information émis par une source d'être reçu par plusieurs destinataires. La vidéoconférence en est une application spectaculaire. Cet article décrit les moyens mis en œuvre sur le réseau EPNET pour supporter MBONE.

En ces temps, consacrer de l'énergie pour offrir un nouveau service dans l'École qui ne pourra qu'augmenter le trafic Internet peut paraître absurde. Vous découvrirez vite en lisant cet article que cette technologie permet d'économiser un trafic colossal dès qu'un grand nombre d'utilisateurs est intéressé par une même conférence. Un inscrit à une conférence sur un site et tous les autres peuvent en profiter à l'œil...

## QU'EST-CE QUE MBONE?

Le réseau MBONE permet à la communauté des utilisateurs reliés au réseau Internet de participer à des conférences audio/vidéo à partir de leur poste de travail.

MBONE est un réseau virtuel. Il se situe au-dessus de la couche IP du réseau Internet pour supporter le routage multicast IP entre des machines. En utilisant l'infrastructure des réseaux actuels, MBONE évite le besoin d'avoir des réseaux dédiés pour la communication multimédia. Il y a à ce jour 1100 sous-réseaux de diffusion MBONE dans 26 pays.

Etant donné que les équipements routeurs ne supportent pas actuellement le routage de paquets multicast IP, il est donc nécessaire de les encapsuler dans des paquets unicast IP pour les transmettre au moyen d'une liaison dite tunnel. L'ordinateur destinataire, équipé d'un logiciel supportant le routage multicast IP, est chargé de la diffusion de ces paquets entre le réseau local

et le réseau distant. L'ensemble des ordinateurs des divers sites reliés entre eux par des liaisons tunnel forme le réseau MBONE. L'information transmise par MBONE est acheminée dans le réseau Internet de manière standard.

## MULTICAST IP

La technique du multicast IP permet la transmission d'une ou plusieurs sources à plusieurs destinations. La vidéoconférence est une application basée sur cette technique. Mais nous le verrons plus loin, ce n'est pas la seule...

MBONE est une implémentation du système de multicast IP permettant de partager des informations entre quiconque raccordé à Internet et à l'intérieur d'un groupe donné. Le réseau ainsi réalisé est dit virtuel dans la mesure où il n'y a plus de lien avec l'adressage direct d'Internet.

Le multicast IP est basé sur le protocole IGMP (Internet Group Management Protocol). Ce protocole permet à une station de s'enregistrer dynamiquement pour recevoir différents types de trafic multicast IP. Toute station voulant accéder à un groupe prend l'adresse multicast IP de ce groupe et appartient à ce pseudo-réseau, tant qu'elle ne le quitte pas. L'adresse de groupe multicast IP utilise la zone d'adresses de 224.0.0.0 à 239.255.255.255.

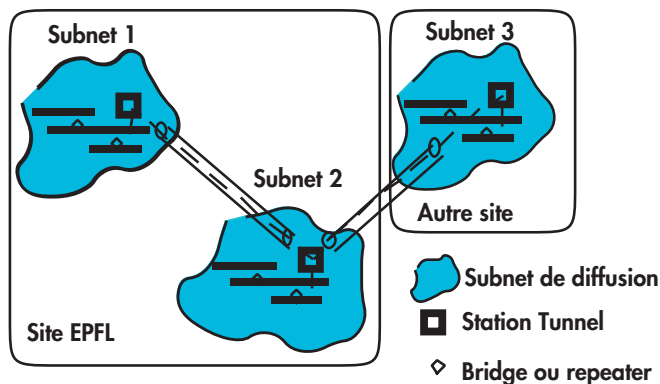
## Tunnel et routage MBONE

Les stations tunnel ont un rôle particulier sur MBONE: elles font le lien entre le réseau Internet, dont le mode de fonctionnement reste fondamentalement l'unicast, et les réseaux locaux.

Il faut une station tunnel par subnet relié à MBONE. Il ne doit y avoir qu'une seule station tunnel sur le site reliée à une autre station tunnel en dehors. La station tunnel déballe les trames contenant des multicast IP qui lui parviennent de son ou ses tunnels et les émet sur son réseau local. Symétriquement elle emballe

les multicast IP qui ont une valeur de propagation supérieure à un seuil donné et les expédie dans un paquet unicast IP destiné au tunnel qui offre la meilleure route. La valeur de propagation permet de limiter volontairement la diffusion d'une vidéoconférence à un site ou à une partie du réseau Internet.

La station tunnel remplit d'autres fonctions. Elle conserve les adresses multicast IP des stations de son réseau afin de ne débiter que les trames qui les concernent. Ainsi, dès qu'un client «s'inscrit» à une conférence en lançant une application, une nouvelle adresse va rentrer dans la table du routage du tunnel et va se propager de tunnel en tunnel dans tout le réseau.



Le routage multicast IP est basé sur le protocole DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol). Des implémentations de ce protocole sont disponibles dans le domaine public pour différentes plate-formes. DVMRP procède par diffusion systématique pour atteindre les destinataires de multicast IP. Les stations tunnel, jouant le rôle de routeurs, effectuent cette inondation en utilisant le chemin inverse le plus court entre un émetteur particulier et ses destinataires.

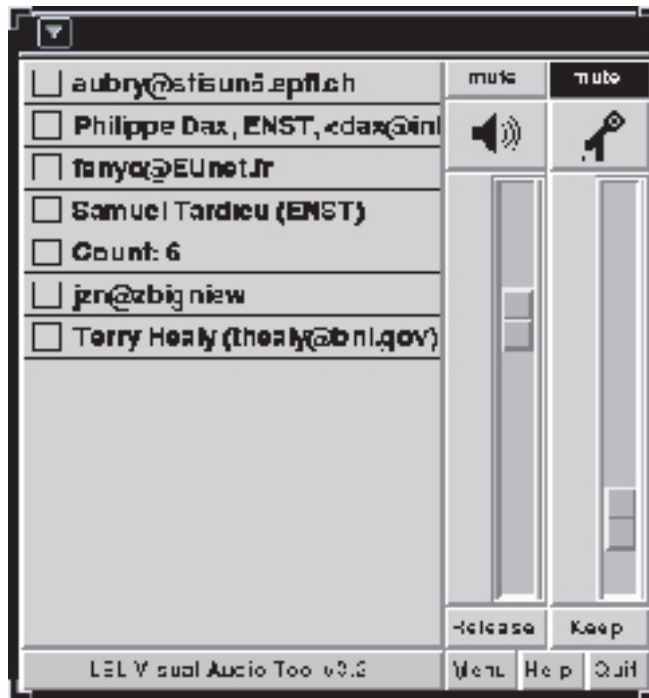
A la terminaison d'un tunnel MBONE, la station tunnel sait si des stations appartenant à un groupe multicast IP donné existent sur le même réseau. La station tunnel qui reçoit un paquet multicast IP pour un groupe auquel aucune station n'appartient, retournera un message à l'émetteur du paquet pour l'informer de cet état. Chaque station tunnel enregistre cet état et passe le message en amont à toutes les sources multicast IP qu'elle a enregistrées. Ainsi, les paquets suivants n'emprunteront plus les zones de réseau où il n'y a pas de membres pour ce groupe.

## MBONE POUR QUOI FAIRE?

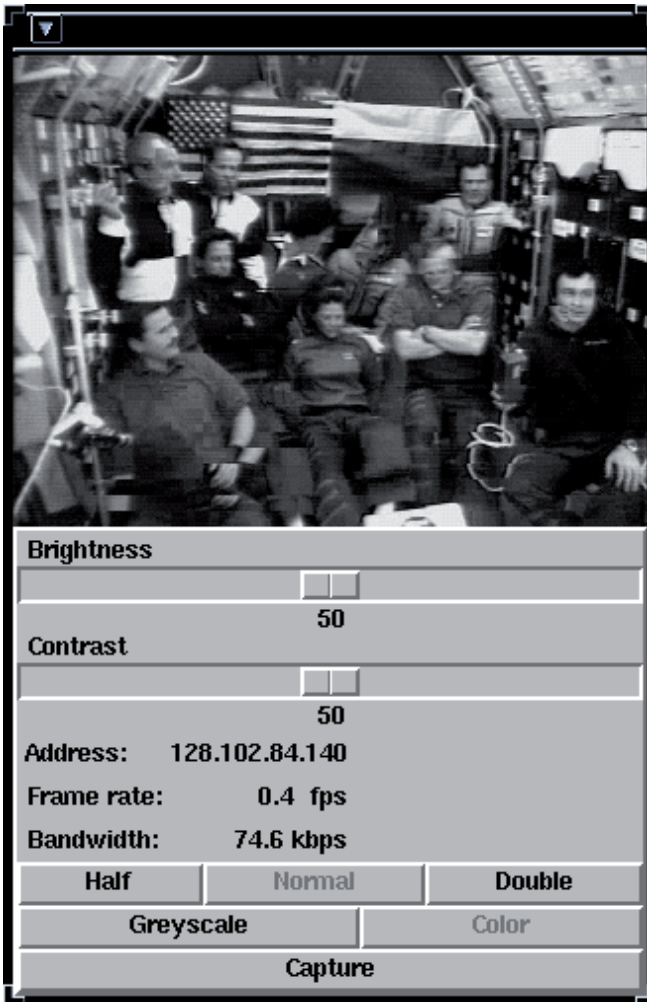
Les équipes qui travaillent sur des projets scientifiques ambitieux sont de plus en plus souvent éparpillées géographiquement mais bien équipées du point de vue informatique et donc reliées à Internet. Le besoin de communiquer reste grand, les voyages coûtent cher (temps, énergie etc.).

Voilà pourquoi l'idée de réaliser des conférences en utilisant Internet qui existe et qui raccorde déjà tous les sites concernés a pris forme.

On peut dire aujourd'hui que MBONE est opérationnel et qu'il peut rendre de très grands services pour diffuser des informations à grande échelle sur Internet (vidéoconférences de meeting IETF, INET, WWW, retransmission des missions de la navette spatiale de la NASA) ou à l'échelle d'un site ayant un réseau assez performant.



VAT (Visual Audio Tool) logiciel audio de LBL (Lawrence Berkeley Laboratory)



NV (Network Video): logiciel vidéo de Xerox PARC

Il est essentiel de noter que l'avènement de cette technologie est aussi importante que celle du modèle client-serveur que nous préconisons vivement ces dernières années. Dès qu'un groupe de stations doit échanger entre elles des informations qui concernent tout le groupe, il peut être avantageux d'utiliser les multicast IP plutôt que d'envoyer l'information à un serveur

qui la rediffusera ensuite à tous les clients!

Tous les mécanismes de notre informatique distribuée reposent sur le modèle client-serveur. On connaît bien toutes les difficultés de nommage et de recherche des serveurs de ressources inhérentes à cette technologie. MBONE va révolutionner tout cet aspect de l'informatique. Lancer une application et prendre une adresse multicast IP revient à entrer dans une communauté où doivent se trouver toutes les ressources nécessaires: du serveur de licences aux serveurs de fichiers spécifiques à cette application.

## Les applications

Des applications existent pour réaliser des audioconférences (VAT [illustr. en page précédente]).

Des vidéoconférences (NV [illustr. ci-contre], IVS\*, TELESIA\*) ont eu lieu et elles ont surpris par la relativement bonne qualité des images et du son et la facilité avec laquelle elles pouvaient être suivies.

La possibilité de partager la lecture et l'écriture d'un tableau commun (WB [illustr. en fin d'article]) est d'un grand secours pour échanger l'information entre les participants d'une conférence. Cette application est la moins critique car le problème du temps d'acheminement de l'information est relativement secondaire.

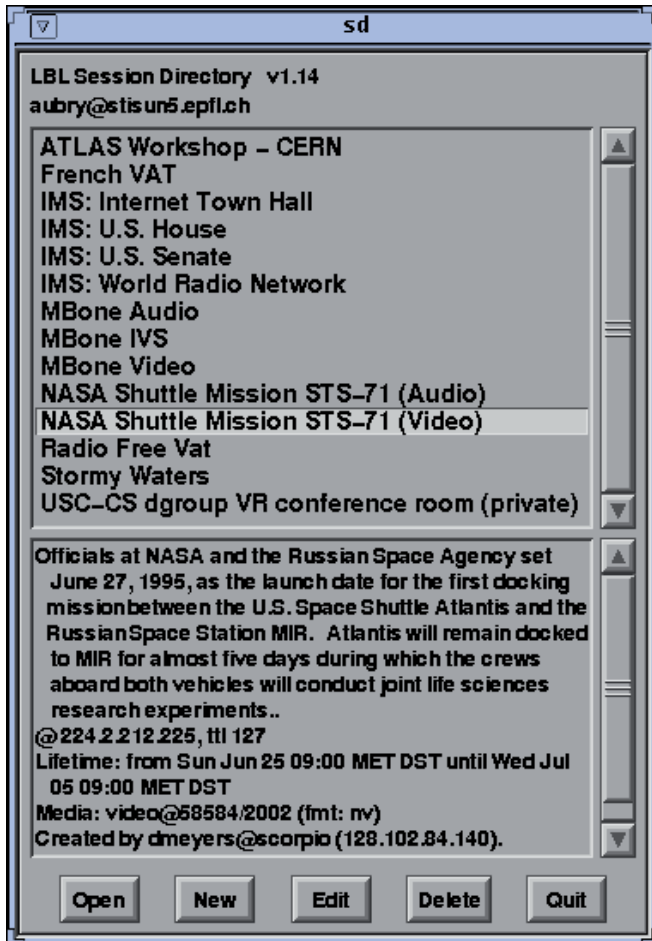
Enfin tous ces produits ne seraient pas d'une grande utilité s'il manquait une application qui permette de réaliser les annonces de conférences sur tout le réseau, de les diffuser et de les tenir à jour. Cette application (SD [illustr. en page suivante]) existe et donne parfaitement satisfaction.

Toutes les applications citées ci-dessus sont du domaine public. Il existe d'autres applications semblables développées par les constructeurs, telles que INPerson de SiliconGraphics et ShowMe de SUN.

Les applications MBONE sont disponibles pour les plateformes suivantes:

- SUN/SUNOS et SUN/SOLARIS
- SGI/IRIX
- DEC/OSF-1
- HP/HPUX (prochaine version 10.x)

\* logiciel audio & vidéo de l'INRIA



*SD (Session Directory): logiciel pour l'annonce et la sélection des conférences de LBL*

De manière à pouvoir recevoir les multicast IP, le logiciel de communication des stations doit pouvoir les comprendre. Certains systèmes tels que SUNOS 4.1.3, HPUX 9.01, ont besoin d'être modifiés (patch) pour supporter le multicast IP, d'autres tels que SOLARIS 2.4 ou IRIX 5.3 disposent de cette possibilité.

Les machines servant de tunnel doivent être équipées d'un

logiciel «mouted». Les paramètres tels que le metric, le seuil de propagation et l'adresse d'aboutissement du tunnel, sont à définir dans un fichier de configuration.

La sortie d'applications MBONE pour les plates-formes PC/Windows devrait être effective au moment où cet article paraîtra. Et pour MAC/MACOS elles seront annoncées.

## EXPÉRIMENTATION MBONE SUR EPNET

Dès décembre 1993, la STI s'est engagée dans une expérimentation du réseau virtuel MBONE. Pour cela, nous avons installé un logiciel de routage multicast IP appelé «mouted» sur une station SUN/SOLARIS qui nous permet de faire du tunneling. Puis, nous avons installé des applications telles que SD, VAT, IVS, IMM, WB, NV et TELESIA.

Nous nous sommes mis en relation avec l'université de Genève et avons déclaré une de nos machines pour faire du tunneling avec le reste de MBONE. Ensuite, dès que SWITCH a offert le service, la station tunnel de l'EPFL est devenue cliente d'une machine de SWITCH.

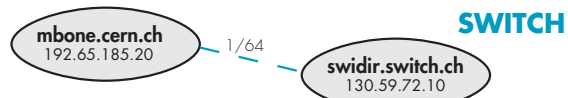
Après une période d'essais concluants, un rapport a été présenté à la CTI qui a approuvé dans sa séance du 24.1.95 l'introduction de MBONE sur le réseau EPNET. La CTI demande que soit portée une attention particulière à la sécurité dans ce domaine. Elle laisse, aux départements qui le souhaitent, la liberté de ne pas être desservis en multicast.

Fin juin 95 le trafic MBONE reçu de SWITCH était propagé par tunneling aux réseaux suivants: DGR, LTS, IMHEF, LRC, LIA, LIG, LSP, IMT et TCOM.

Sur l'épine dorsale FDDI de l'EPFL, une station équipée du logiciel de routage multicast IP, communique avec le réseau MBONE par l'intermédiaire d'une liaison tunnel établie avec une station se trouvant sur le réseau SWITCH. A partir de la station principale de l'EPFL, des tunnels sont ouverts vers des stations d'unités. A l'EPFL, seules les stations se trouvant connectées sur les segments de réseaux d'unités sont pour le moment irriguées par les multicast IP de MBONE.

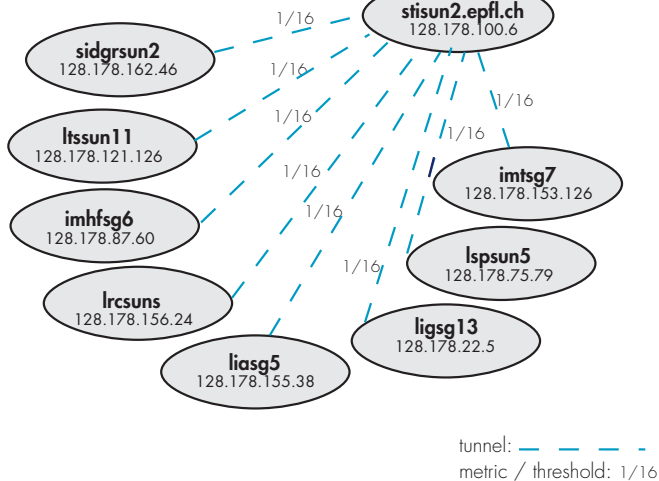
Le schéma ci-après montre la topologie du réseau MBONE qui est utilisée à l'EPFL en juin 95.

### Internet



### SWITCH

### EPFL



## DÉPLOIEMENT DE MBONE À L'EPFL

Pour une mise en exploitation étendue de MBONE à l'EPFL, nous avons retenu comme solution, dans l'attente que le routage multicast IP soit pris en charge par les routeurs CISCO, la topologie représentée sur le schéma ci-après.

La station qui doit établir un tunnel avec le reste du monde (vers Switch) doit être bien placée (sur l'épine dorsale) afin de limiter ce type de trafic. Cette station doit tunneler à son tour vers une machine par département qui, à son tour, devra encore tunneler vers une machine par unité. Ces stations devront être correctement configurées.

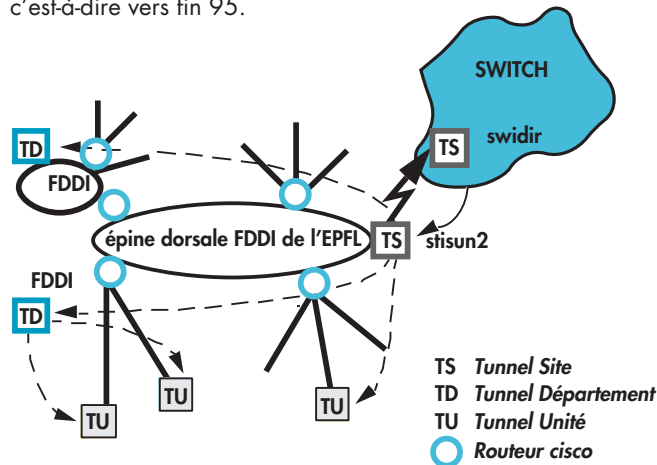
Une station SUN SS-20/50 de la STI, servant aussi comme serveur de noms DNS, est utilisée pour offrir la fonction de station TS (Tunnel Site) avec le réseau SWITCH. Cette station appelée stisun2 est connectée sur l'épine dorsale FDDI de l'EPFL.

Une station TD (Tunnel Département) devra aussi être prévue pour chaque réseau de département dans lequel il y a plus d'un réseau d'unité à recevoir MBONE.

Une station TU (Tunnel Unité) devra être choisie pour servir de tunnel MBONE dans chaque unité qui désire accéder à MBONE.

La fonctionnalité de stations TD et TU doit être installée sur des machines existantes (par exemple serveurs de département ou d'unité).

Les stations TU et TD ne seront plus nécessaires lorsque le logiciel des routeurs CISCO supportera le routage multicast IP, c'est-à-dire vers fin 95.



## TRAFIC MBONE

L'utilisation d'Internet pour la diffusion de conférences vidéo et audio est un atout mais Internet n'a pas du tout été pensé pour remplir de telles fonctions. La bande passante n'est pas toujours très grande entre les différents sites. Aucun mécanisme de réservation de bande passante n'existe. Aucune garantie n'est donnée par le réseau lui-même sur le délai et la qualité de l'acheminement des informations confiées. Pour la transmission des données nous considérons le réseau fiable car nous faisons de l'accusé de réception (utilisation de TCP), mais pour une application où la vitesse de transmission est critique, il n'est pas possible de mettre en œuvre une technique aussi lourde. Par conséquent, en cas de perte de paquets, il n'y a pas de retransmission possible. Malgré tous ces inconvénients, les résultats des applications

permettant de réaliser des audioconférences sont surprenants.

De manière générale, on peut dire que la qualité des images et du son dépend de plusieurs facteurs (limitation volontaire de la bande passante, congestion réseaux Internet, délais de transmission, etc).

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs mesurées lors de diverses vidéoconférences.

*Remarque:*

*A titre de comparaison, la bande passante utilisée par un transfert de fichiers FTP entre un SUN SS 20/50 et un SUN SS10 est de 7 Mbits/s et représente une charge de 70% d'un réseau Ethernet.*

Il est possible et fortement conseillé de limiter volontairement l'utilisation de la bande passante du côté de l'émetteur de la vidéoconférence.

Actuellement, la bande passante utilisée par conférence audio/vidéo varie le plus souvent entre 60 à 300 Kbits/s. Le trafic MBONE d'une conférence donnée est propagé uniquement aux endroits où il existe au moins un participant. Le trafic d'une conférence qui reste ouverte (application vidéo-conférence en activité sur une station) alors qu'il n'y a plus aucun utilisateur qui y participe, contribuera à augmenter inutilement le volume de trafic entre Switch et l'EPFL. Pour une diffusion d'une vidéoconférence à 100 Kbits/s, il en découle une consommation de trafic de 45 Mbytes/heure.

Jusqu'à ce jour, mise à part la possibilité de quelques diffusions expérimentales disponibles en permanence, il y a rarement eu plus de deux conférences internationales diffusées simultanément. En outre la diffusion de conférences utilisateurs à l'EPFL est encore très rare.

Pendant la journée, la charge moyenne du trafic MBONE en

provenance du réseau SWITCH est d'environ 0.2% (200 Kbits/s) de la bande passante de l'épine dorsale FDDI de l'EPFL (EDAFO). Lorsque MBONE est disponible en permanence, le trafic MBONE global provenant de Switch est d'environ 1 Gbytes/jour.

Quant à la charge locale provenant de conférences audio/vidéo entre participants sur le site de l'EPFL, elle sera probablement encore faible dans l'année qui suit. Par la suite, son évolution est plus difficile à prévoir et dépendra de l'introduction sur le site de la nouvelle génération de stations multimédia qui permettra à l'avenir de rendre ce mode de communication aussi indispensable et répandu que le téléphone actuel.

Sur la base de cette mesure, nous estimons que le trafic MBONE pourra être supporté selon cette topologie hiérarchique jusqu'à la fin 95. Dès cette date, l'implémentation du routage multicast IP devrait fonctionner sur les routeurs CISCO, ce qui permettra de se passer des stations tunnel et par conséquent évitera la multiplication du trafic MBONE sur les épines dorsales.

Par la suite, une nouvelle infrastructure des réseaux basée sur la technologie de commutation (projet EPNET III), sera à même de supporter entre autres l'évolution du trafic MBONE.

## **SUPPORT MBONE À L'EPFL**

Le SIC définit la topologie du réseau MBONE pour l'EPFL. Il assure le support des liaisons tunnel avec les machines départementales équipées de la fonction de routage multicast IP (mrouted) et collabore avec les responsables de l'informatique de département et d'unité pour l'établissement de nouveaux tunnels. Le SIC définit les modalités de configuration des couches réseaux et contrôle le bon fonctionnement de MBONE.

Les applications MBONE sont mises à disposition dans la partition cognac du serveur nestor. Pour le mode d'emploi voir URL: <http://slwww.epfl.ch/SIC/SL/logiciels/mbone.html>.

Les responsables systèmes de département et/ou d'unité pour lesquels une station tunnel est nécessaire, sont chargés de l'installation du logiciel selon les modalités d'utilisation définies par le SIC. Ces responsables veilleront à ce qu'il n'y ait pas d'autres stations tunnel que celles qui auront été convenues avec le SIC.

Tous les instituts du site ne pourront pas disposer des ressources matérielles et humaines permettant la mise en œuvre de MBONE. Aussi, il serait souhaitable de mettre à disposition de ces instituts, en libre service dans une salle du SIC, une station équipée multimédia.

Une solution consistant en l'acquisition d'une station multimédia équipée d'une interface vidéo et d'une caméra est



actuellement à l'étude. En plus du service de prestations pour vidéoconférence, cette station servirait aux démonstrations et au support des applications sur MBONE.

## Responsabilité des utilisateurs

Les utilisateurs qui désirent obtenir les outils nécessaires à la participation ou à la création de conférences audio-vidéo sur MBONE, contacteront le responsable système de leur unité ou département. Les utilisateurs veilleront à suivre les règles suivantes dans l'utilisation de ces outils. Ceci afin de contribuer au bon fonctionnement de MBONE qui, rappelons le, est mis à disposition de la communauté internationale.

## Règles d'utilisation de MBONE

- Ne pas créer de nouvelles sessions de conférence sans utiliser SD ou en utilisant une adresse multicast IP déjà existante.
- Prendre garde de définir le bon domaine de propagation et une durée de vie correspondant à la nature de la conférence que vous créez.
- Certains outils permettent de limiter le débit d'émission d'une conférence. Penser aux participants qui ne possèdent pas forcément une station aussi puissante que la vôtre, ainsi qu'au trafic généré sur le réseau.
- Ecouter avant de parler: ne pas intervenir pendant la diffusion d'une conférence grand public, sauf si à la fin de la conférence un moment est prévu pour les questions.
- Ne pas créer une session radio lorsque l'affichage de l'application SD le déconseille.
- A la fin de l'utilisation d'une application vidéoconférence, ne pas oublier de l'arrêter complètement. Iconifier l'application ne suffit pas, car la diffusion des paquets multicast IP provenant de MBONE continuera même s'il n'y a pas d'autres utilisateurs qui suivent la même vidéoconférence.

## CONCLUSION

La possibilité offerte par MBONE de pouvoir participer à un choix toujours plus grand de conférences publiques proposées par des sites reliés à Internet, conduira nos utilisateurs à y participer de plus en plus. Il en est de même pour les groupes de travail, dont les membres sont géographiquement dispersés, et qui pourront créer leur propre téléconférence audio/vidéo.

L'évolution accrue de ces besoins nécessite d'organiser la diffusion optimum sur EPNET de ce type de trafic et de prévoir

les moyens nécessaires pour le supporter.

Pour éviter les transmissions redondantes d'un même trafic, il faut prévoir une distribution hiérarchisée et basée sur des stations assurant la communication MBONE aux trois niveaux: épine dorsale de l'EPFL, épine dorsale de département et réseau d'unité. La future implémentation du routage multicast IP dans le logiciel des routeurs CISCO devrait permettre de résoudre ce problème sans avoir recours à plusieurs stations tunnel.

Un déploiement à grande échelle des applications multimédia sur MBONE nécessitera une adaptation de la bande passante réseau surtout au niveau des réseaux dorsaux d'Internet et probablement aussi au niveau du réseau local de l'EPFL. Cette démarche s'inscrira dans le cadre du projet EPNET III qui prévoit une extension de la bande passante au moyen d'une technologie de commutation.

La mise en place des inforoutes à l'échelle de la planète fera certainement le reste. Par contre il reste une grande énigme au sujet de leur péage! ■



*White Board: logiciel d'intercommunication (dessin, texte, graphique) de LBL*

# DES SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS POUR DES TÉLÉCOMMUNICATIONS À NOTRE SERVICE

PAR JEAN-PIERRE HUBAUX, LABORATOIRE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS DE-EPFL

**Au fur et à mesure** que les éléments constitutifs des réseaux de télécommunications (équipements de transmission, de commutation et terminaux) gagnent en maturité, l'attention se porte toujours davantage sur les services que ces réseaux sont appelés à offrir. Or, qu'est-ce au juste qu'un service de télécommunications? Le terme connaît différentes significations selon son contexte d'usage. De façon générale, on peut dire qu'un service est la faculté donnée à l'utilisateur d'établir et de contrôler des connexions, d'échanger des informations avec un ou plusieurs autres usagers, de contrôler le traitement et le stockage de cette information par le réseau ainsi que d'accéder à des informations fournies par le réseau lui-même ou par des prestataires de services indépendants.

De ce fait, la notion de service couvre à la fois les réseaux de télécommunications «classiques» tels que le réseau téléphonique et le RNIS bande étroite et les réseaux de données tels que Internet. De la même façon, un service peut nécessiter le transfert de voix, de données, de graphiques ainsi que d'images fixes ou animées. L'essor des réseaux de télévision câblée, avec la perspective, maintenant proche, de la télévision à la demande et des services afférents, vient enrichir encore le tableau.

Au plan de la législation, la concurrence est déjà introduite pour certains services, et les opérateurs de réseaux sont tenus d'offrir des interfaces normalisées aux prestataires de services. Ce mouvement s'accroît actuellement dans la perspective de la libéralisation de la mise en œuvre des réseaux et du service de la voix (de loin le plus profitable), prévue au 1er janvier 1998 pour la Suisse et la partie continentale de l'Union Européenne

(les Britanniques ont libéralisé leur réseau depuis plusieurs années déjà). Les opportunités économiques qui s'ouvrent de ce fait sont considérables et les opérateurs nationaux de réseaux se préparent à une concurrence qui contraste singulièrement avec la situation de monopole qui prévalait jusqu'il y a peu.

Cette évolution pose aussi de nouveaux défis pour les ingénieurs. Au plan technique en effet, plusieurs aspects doivent être pris en considération, que nous résumons ci-dessous.

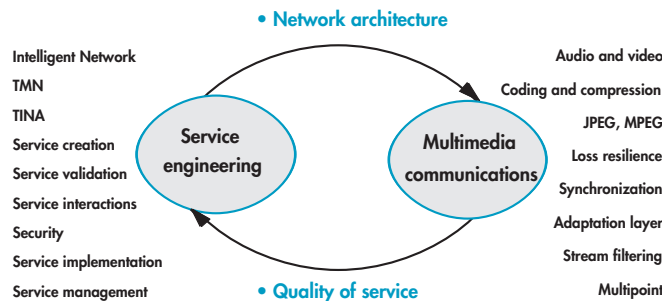
La plupart des services seront de type **multimédia**. De ce fait, il y a lieu de se préoccuper du comportement de flux d'informations codés (en MPEG par exemple) sur des réseaux de paquet; en particulier, il faut être en mesure de convertir les exigences de qualité de service formulées par l'utilisateur (perception subjective) en qualité de service du réseau (pertes de paquets, retard, gigue de retard).

D'autre part, les services doivent pouvoir être **créés** et **gérés** de façon efficace. Dans ce sens, la communauté technique a défini le Réseau Intelligent, qui est appelé à être enrichi de la dimension de gestion pour arriver au concept de TINA (Telecommunications Information Networking Architecture). C'est sur cette base que se construisent les services de réseau privé virtuel (VPN) ainsi

que les services de mobilité.

De plus, les services doivent être **sécurisés**, afin de garantir des fonctions telles que la confidentialité, l'authentification, le contrôle d'accès et la non-répudiation. La sécurité est usuellement garantie par la mise en œuvre d'algorithmes de cryptage, eux-mêmes supervisés par des protocoles adéquats.

Enfin, les services doivent pouvoir être **facturés**. Les algorithmes



de facturation utilisés dans les réseaux actuels se fondent sur des paramètres simples tels que la durée, le volume de données échangées (ou le débit) et la distance. Pour les services potentiellement offerts par les réseaux à haut débit, ces algorithmes ne sont plus applicables tels quels, car d'autres éléments - tels que la qualité de service, exprimée éventuellement de façon statistique - doivent également être pris en compte.

Les activités *services de télécommunications* du TCOM s'inscrivent dans le cadre de cette problématique. En particulier, les aspects d'ingénierie des services et de communications multi-

médias sont au centre de nos préoccupations (Cf schéma). Bien entendu, cette démarche doit s'accompagner d'une écoute des usagers. Dans ce sens, le télé-enseignement et la télé-médecine ont été retenus comme domaines applicatifs.

Dans ce même numéro, les articles de Andrea Basso et Simon Znaty développent les deux aspects mentionnés; de son côté, l'article de Bruno Dufresne décrit la mise en œuvre expérimentale d'un réseau de télé-enseignement au niveau européen. ■

## KOMBV

PAR HANSWERNER HEGI, OFFICE FÉDÉRAL DE L'INFORMATIQUE

**Les projets KOMBV** forment un réseau national de communication à large bande pour la Confédération et les cantons. Actuellement le réseau de Berne entre en service pour les transmissions téléphoniques. Il est prévu d'équiper les différents secteurs de l'Administration fédérale de toute la Suisse de moyens de communication modernes.

### HWV

En date du 25 novembre 1992, le Conseil fédéral a approuvé la **Conception globale de communication électronique dans l'administration générale de la Confédération**. Avec les différents projets KOMBV (**KOM**munication der **Bundes-Verwaltung**) tous les secteurs de l'administration générale de la Confédération (sauf les CFF et PTT) seront équipés de moyens modernes de communication à large bande. En septembre 1995 les transmissions téléphoniques fonctionneront pour tous les bâtiments de Berne et ses environs. Les utilisateurs seront alors reliés entre eux comme s'il s'agissait d'un seul central téléphonique.

Le système **KOMBV 1** ou MAN Berne (Metropolitan Area Network) se compose de 40 sous-stations fabriquées par Northern Telecom, (MERIDIAN) et livrées par la maison Ascom de Berne. Les liaisons sont assurées par 40 nœuds de communication fournis par la maison Alcatel de Zurich (en technologie

DQDB, standard CCITT 802.6).

Le MAN Berne est au niveau mondial un des plus grand systèmes de ce genre utilisé à des fins commerciales. La proposition du système **KOMBV 3** a été approuvée le 24 avril 1995 par le Conseil fédéral, et l'Office fédéral de l'Informatique a été chargé de sa réalisation. Après l'évaluation de plusieurs variantes, le nouveau service SwissWAN (Wide Area Network) de Télécom PTT en technologie ATM (Asynchronous Transfer Mode) a été choisi comme base de transmission. KOMBV 3 sera mis à disposition de la Confédération et des cantons. Les différentes applications seront reprises comme **groupes définis d'utilisateurs** sur le SwissWAN.

A partir d'août 1995 les premiers tests de transmission de données seront réalisés sur un système pilote entre Berne, Genève, Lausanne, Lugano et Zurich. Les installations ATM pour ce système pilote seront livrés par la maison Siemens-Albis de Zurich. Les transmissions téléphoniques ainsi que les applications Multimédia sur KOMBV 3 sont en cours de planification. Les communications de données, actuellement sur des lignes louées particulièrement onéreuses, seront successivement transférées sur le système SwissWAN.

Avec KOMBV on envisage de pouvoir stabiliser les coûts annuels d'exploitation des télécommunications de l'administration fédérale, ceux-ci ayant massivement augmenté ces dernières années. ■

# INGÉNIERIE DES SERVICES AU LABORATOIRE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

PAR SIMON ZNATY, LABORATOIRE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, DE-EPFL

La dernière décennie a été le berceau des évolutions de la mise en oeuvre de réseaux hétérogènes complexes. Aujourd'hui, nous assistons à l'ère des services avec des exigences de qualité de service (QoS) toujours plus grandes. Il nous faut donc apporter une réponse globale pour maîtriser et satisfaire l'ensemble des besoins des différents acteurs de ce paysage complexe. La discipline candidate est l'ingénierie des services.

Nos activités en ingénierie des services s'articulent autour de trois thèmes principaux qui sont l'IN (Réseau Intelligent), le TMN (Réseau de Gestion de Télécommunications) et TINA (Telecommunications Information Networking Architecture). Le réseau intelligent est une architecture de réseaux de télécommunications dont un des buts principaux est de permettre l'introduction aisée de nouveaux services. Le réseau de gestion de télécommunications fournit un cadre architectural pour la mise en oeuvre d'applications de gestion de service et de réseaux. Enfin TINA peut être considérée comme l'architecture qui intègre l'IN et le TMN tout en s'appuyant sur un environnement de traitement distribué et une plate-forme de communication ATM.

Notre activité IN a abouti à la mise en oeuvre de l'architecture du réseau intelligent et au développement de méthodes et outils pour la spécification et la validation de services. Sont aussi traités les aspects de gestion des interactions de services.

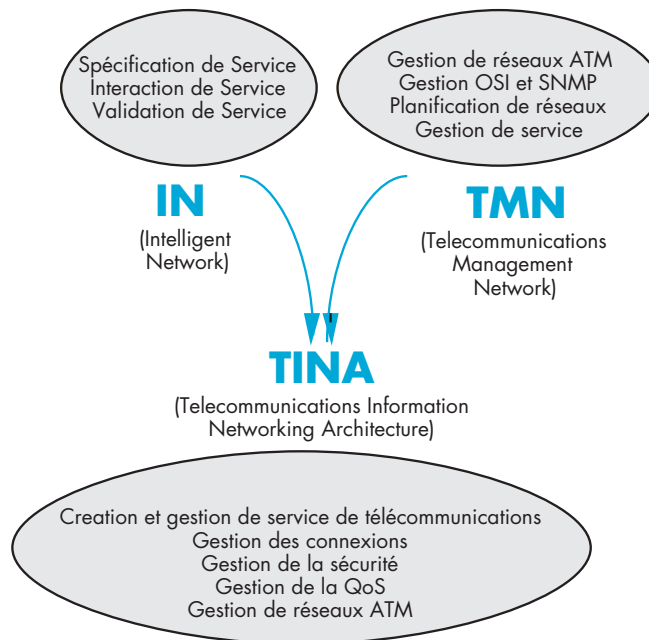
L'activité TMN s'articule autour de deux thèmes, à savoir la gestion de la plate-forme de communication BETEUS (voir article de Bruno Dufresne) en collaboration avec ASCOM Monétel et le développement d'une architecture de gestion de services et de réseaux qui étend les fonctionnalités de la plate-forme de gestion de réseaux TKINED du domaine public. Pour cette dernière sous-

activité, nous mettons en oeuvre des outils conceptuels génériques réutilisables pour toute gestion de services ou de réseaux donnés.

La troisième activité, la plus importante, s'inscrit dans la mouvance TINA.

La demande de services avancés tels que ceux multimédia est croissante. Ces services induisent des exigences plus fortes que celles satisfaites par les infrastructures de réseaux actuelles telles que le réseau intelligent défini précédemment. En effet, ce dernier dans son état de développement présent se confine au contrôle d'appels téléphoniques, de plus, sans véritablement fournir de cadre de gestion de la communication. Or pour la mise en oeuvre de services multimédia et de services de télécommunications avancés, accès plus flexible, transparence par rapport aux réseaux sous-jacents, et gestion mieux adaptée

en particulier en terme de connectivité, tarification et sécurité sont autant d'exigences à satisfaire. Pour ce faire, nous avons défini une architecture logicielle, OAMS (Open Management Architecture for Multimedia Services over ATM), dont l'objectif



est la création de services de télécommunications, la gestion de ces services et des réseaux supports.

OAMS s'articule autour de quatre vues, à savoir, service de télécommunications, gestion de service et gestion de réseaux, plate-forme distribuée et plate-forme de communication avec un rôle important donné au génie logiciel. En effet OAMS utilise les résultats des avancées faites dans les domaines de la gestion de réseaux au sens RGT (Réseaux de Gestion de Télécommunication) et ISO, du traitement ouvert réparti (ODP) avec l'utilisation de l'environnement de traitement distribué DCE (Distributed Computing Environment), et de l'approche orienté objet.

Les applications auxquelles nous nous sommes intéressés sont

les réseaux virtuels privés et les systèmes de vidéoconférence, toutes deux en cours de réalisation dans l'architecture OAMS. Le service de gestion mis en place est l'aire fonctionnelle de gestion des connexions qui prend en charge la création, le maintien et la libération des connexions requises par les applications. En terme de sécurité nous mettons en oeuvre en particulier les services d'authentification et de contrôle d'accès sous forme de composants de services utilisables par les applications. Le poids est mis non sur la sécurité du réseau mais bien sur celle des applications pouvant être mises en place par des fournisseurs de service dont le but est d'offrir des services de télécommunications sécurisés. ■

## COMMUNICATIONS MULTIMÉDIA AU LABORATOIRE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

PAR ANDRÉA BASSO, LABORATOIRE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, DE-EPFL

**Il est quatre heures**, dure journée. Jean est face à sa console. La page WEB est ouverte devant lui. Un ensemble de films lui sont proposés. Il ne lui reste qu'à introduire sa carte à mémoire dans laquelle est stocké son code d'authentification. Plus qu'une heure avant sa téléconférence avec son supérieur à Tokyo. Moment idéal pour un film relaxant, transmis soit sur l'écran de son ordinateur soit sur le grand écran de sa salle à manger.

La résolution de l'image est améliorée ou diminuée automatiquement par le système, en fonction du type de terminal. Avant la projection du film, Jean préfère initialiser correctement la téléconférence avec son supérieur.

Il ouvre la fenêtre correspondante et initialise l'ensemble des participants grâce à de simples déplacements de son curseur. Afin de finaliser cette étape, il requiert le nom du troisième participant italien. Pour cela, il navigue à présent dans un environnement virtuel 3D dans lequel, toutes les bases de données sont représentées par des bâtiments colorés. Cela est une bonne occasion de tester les nouvelles lunettes stéréo que j'ai achetées la semaine dernière pense-t-il et porte les lunettes. L'effet 3D est maintenant beaucoup plus réaliste. En cliquant sur un des bâtiments qui est sur la gauche, il entre dans le réseau d'entreprise. Les menus

ressemblent à des fenêtres sur les deux côtés et cela lui donne l'impression de marcher. L'information est aisément trouvée, et la conférence enfin initialisée.

Le moment est alors propice à un bon film. Jean se rappelle de l'instant où le réseau n'était pas en mesure d'offrir des services tels que la vidéo. Il mesure à quel point l'audio et la vidéo étaient de qualité médiocre. Pour un affichage en basse résolution tel que celui requis par son portable cela était supportable mais cela devient inacceptable pour la haute résolution requise par l'écran de la salle à manger.

Maintenant, la qualité de service offerte par les compagnies de télévision devient excellente.

Cette petite anecdote n'est pas sans rappeler les livres de Jibson, mais cette fois, la réalité dépasse la fiction. Au laboratoire de télécommunications, nous sommes impliqués dans un certain nombre de projets tels que le WEB sur ATM où prend place la réalité virtuelle pour la navigation, le contrôle de connexion, le transport temps-réel, l'adaptation au débit de la synchronisation audio/vidéo, et la mise à l'échelle. Tels sont les grands défis posés par les communications multimédia. ■

# MISE EN ŒUVRE D'UNE PLATE-FORME ATM DE BOUT EN BOUT POUR LE TÉLÉENSEIGNEMENT DANS LE CONTEXTE DU PROJET BETEUS

PAR BRUNO DUFRESNE, LABORATOIRE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, DE-EPFL

Le projet RACE BETEUS a pour objectif de mettre en œuvre un environnement de télé-enseignement qui étend les fonctionnalités du projet pionnier dans le domaine, BETEL auquel le laboratoire avait contribué. Les partenaires du projet Beteus sont EPFL, ETHZ, ASCOM, CERN, EURECOM (France), TUB (Allemagne), KTH (Suède), IFATEC et EUREXPERT (France). A l'EPFL même, les laboratoires TCOM et LEMA ainsi que le SIC sont impliqués. L'environnement de BETEUS consiste en une plateforme applicative qui intègre un ensemble d'applicatifs dédiés au téléenseignement, et une plateforme de communication pour supporter l'interconnexion entre les différents sites y prenant part. Cette dernière offre un service de transport basé de bout en bout sur la technologie ATM. Les applications proposées sont la classe de travail distribuée, le téléseminaire et le stockage et le retrait de documents éducatifs multimédia. Les communications sont de nature multipoint.

La contribution du laboratoire a consisté en la mise en place de la plateforme de communication tout ATM, qui relie différents sites universitaires européens, s'appuyant au niveau du réseau public sur le réseau pilote pan-européen ATM et au niveau des différents sites, sur des réseaux locaux ATM.

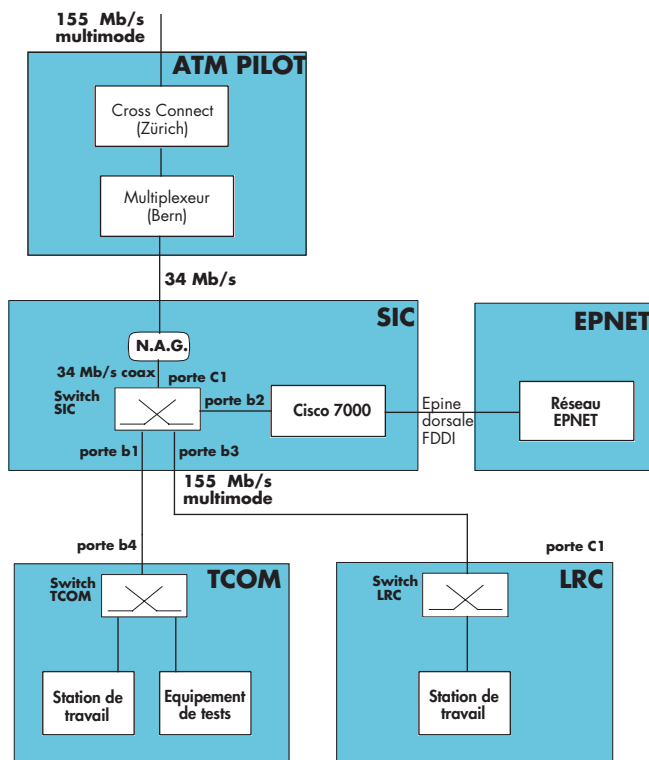
Dans cet article, nous décrivons l'infrastructure ATM de l'école utilisée dans le cadre du projet BETEUS.

## ATM À L'EPFL

Le SIC est connecté au réseau pilote ATM suisse par l'intermédiaire d'un commutateur local ATM FORE ASX 200. Le rôle de ce commutateur est:

- d'accéder au service VP (virtual path) offert par le pilote ATM avec un débit maximum de 34 Mb/s. L'interface d'accès est de type E3.

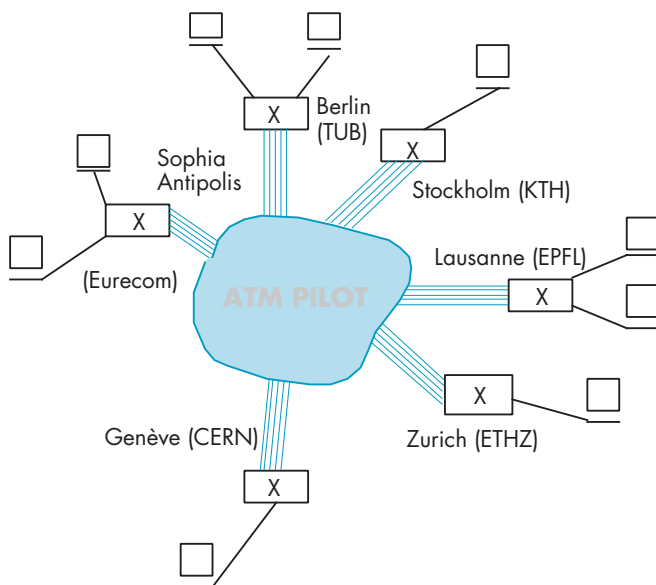
- de permettre à 2 commutateurs ATM, situés au laboratoire TCOM et DI-LRC, et à un routeur CISCO 7000 avec interface ATM d'accéder au réseau pilote ATM des PTT. Ce nouveau service est encore à l'état expérimental.



## INFRASTRUCTURE ATM AU LABORATOIRE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Dans le cadre du projet BETEUS, le laboratoire de télécommunications s'est équipé d'un commutateur FORE ATM ASX 200 pouvant connecter jusqu'à huit stations de travail à l'aide d'interfaces de type OC3 (155 Mb/s). De plus un analyseur de réseau HP 75000 est venu renforcer l'outillage.

## EXPÉRIENCES



Notre première expérience date du 25 janvier dernier où il s'agissait de retransmettre une présentation du professeur invité Tuncay Saydam, sur une infrastructure de bout en bout ATM entre notre laboratoire et le laboratoire Technische Informatik und Kommunikationsnetze (TIK) de l'EPFZ. Au niveau de chacun des sites, une station de travail Sun Sparc 20 permettait la transmission/réception des acquisitions audio et vidéo. Cette station était équipée d'une carte Sbus SunVideo pur l'aspect vidéo. L'acquisition audio était réalisée par l'entrée micro standard disponible sur cette station.

La bande passante réservée de bout en bout, 3 Mb/s, n'a pas été complètement utilisée.

La transmission a été jugée acceptable pour l'ensemble des participants.

Dans le cadre du projet BETEUS, les applicatifs sont en cours de tests. Il nous est déjà possible de recevoir 5 flux vidéo en parallèle sur la même station de travail (Sun Sparc 10 avec carte d'acquisition vidéo Parallax). De plus l'espace de travail partagé permet aux différents sites en vidéoconférence de partager un document de travail sur lequel par exemple viennent s'inscrire les notes de la séance.

De notre expérience, on peut constater que les limitations en terme de configuration pour le téléenseignement entre plusieurs sites (communications multipoint) se sont déplacés du réseau qui offre maintenant bande passante et qualité de service requises, vers la station de travail (carte d'acquisition vidéo, architecture matérielle de la station).

## CONCLUSION

Durant tous nos différents tests, nous avons pu bénéficier d'une étroite collaboration avec les responsables réseau du SIC et des PTT suisse, sans lesquels, il n'aurait pas été possible de réaliser le travail présenté.

Nos premiers résultats sont prometteurs malgré la jeunesse de cette technologie. ■

## FLASH INFORMATIQUE

Les articles de ce journal ne reflètent que l'opinion de leurs auteurs. Toute reproduction, même partielle, n'est autorisée qu'avec l'accord de la rédaction et des auteurs.

Rédacteur en chef: Jacques Virchaux, fi@sic.adm.epfl.ch

Comité de rédaction: Jean-Daniel Bonjour, Jean-Michel Chenais, Milan Crvcinan, Laurent Desimone, Jacqueline Dousson, Jean-Jacques Dumont, Pierre-André Haldy, Patrick Lachaize, François Roulet, Olivier Sauter & Christian Simm

Appoline Raposo de Barbosa  
REPRO

Tirage: 4000 exemplaires

http://sawwww.epfl.ch/SIC/SA/publications

SIC-SA EPFL 1015 - Lausanne

Adresse: ☎ 021/693 22 46 & 22 47



# Flash

# informatique

**RÉSEAUX & APPLICATIONS**

**SPÉCIAL ÉTÉ 95**