

Réseau métropolitain haut débit OR-Angers

■ Jacques ALLO, Jacques.Allo@univ-angers.fr
Université d'Angers

Le réseau universitaire haut débit OR-Angers est opérationnel depuis août 1999. Sur la base d'un réseau de fibres optiques de plus de 20 km et de 3 commutateurs ATM 622 Mbits/s, il va permettre à l'Université d'Angers et aux autres établissements partenaires de pouvoir utiliser de nouvelles applications. Ce réseau a été constitué sur la base de technologies aujourd'hui standards et dans le cadre juridique actuel des télécommunications, en particulier pour le partage de travaux avec la Ville d'Angers. La présentation ci-dessous vise à retracer l'historique du projet et à décrire précisément les éléments administratifs et techniques de sa réalisation.

■ Problématique en 1995

Angers est une agglomération de 200 000 habitants accueillant environ 30 000 étudiants dont 17 000 à l'Université d'Angers.

Les différents établissements d'enseignement supérieur et de recherche d'Angers ont été connectés sur Renater via le réseau régional Ouest-Recherche Pays de la Loire à partir de juin 1993.

Une première convention a permis l'utilisation du réseau du 1^{er} juin 1993 au 31 mai 1997. La forte implication financière de la région Pays de la Loire et des autres collectivités locales nous a permis de bénéficier pendant 4 ans des tarifs les moins chers de France.

La faiblesse de ces tarifs, en gros l'accès IP depuis n'importe quel point d'Angers pour rejoindre le point central du réseau régional à Nantes était au tarif d'une liaison Transfix 1 km, nous a amené à multiplier les points d'accès sur le réseau régional et à faire jouer à France Télécom gestionnaire du réseau régional, le rôle de gestionnaire du réseau métropolitain voire même de gestionnaire du réseau d'établissement de l'Université d'Angers, puisque l'Université a eu jusqu'à 6 points d'accès (5 à Angers et 1 à Cholet).

A l'approche de la fin de la convention, il est devenu clair que ce choix devenait intenable financièrement. En effet, contrairement aux espoirs de 1993, d'un côté le coût des télécommunications ne baissait pas de manière importante et de l'autre côté un nouvel apport financier des collectivités locales était improbable 4 ans plus tard.

Ce choix devenait aussi très critiquable sur le plan technique. En effet, le service Renater était, et est toujours avant Renater 2, un service IP pur. Or, pour gérer convenablement un réseau d'établissement, il devient très rapidement nécessaire d'installer des règles de sécurité et de priorité qui ne sont pas gérables avec un simple service IP.

Ceci a poussé l'Université d'Angers à étudier une solution pour diminuer ses coûts de fonctionnement : créer son propre réseau privé avec la nécessité de gérer elle-même ses éléments actifs.

■ Etude universitaire préliminaire en 1996

Dès la fin 1995, en tant que responsable du réseau de l'Université d'Angers, j'ai donc lancé une étude sur la faisabilité et le coût d'un réseau universitaire privé à Angers. Mon raisonnement était qu'il fallait une réalisation en 1997 et que, s'il fallait pour cela le concours des collectivités locales, il fallait établir le dossier à la fin du 1^{er} semestre 1996.

L'implantation des différents locaux de l'Université d'Angers et des autres établissements d'enseignement supérieur et de recherche a amené à dissocier deux niveaux :

- d'abord la réalisation de réseaux de campus en fibre optique entre bâtiments proches : pas de problèmes techniques ou juridiques particuliers pour des coûts financiers abordables,
- ensuite l'interconnexion de ces 4 réseaux de campus et de quelques sites isolés.

La distance maximum entre 2 bâtiments est de 5,6 km.

Pour cela, 2 solutions semblaient possibles : les liaisons par fibre optique et les liaisons par faisceau hertzien.

La solution fibre optique a été chiffrée par réutilisation de fourreaux vides existants dans le cadre du plan câble de la ville, mais est vite apparue impraticable ces fourreaux étant concédés à France Télécom.

La solution faisceaux hertziens était disponible et a été chiffrée pour des débits augmentant au fur et à mesure des mois qui passaient : 4x2 Mbits/s, 34 Mbits/s, 155 Mbits/s.

Cette étude a amené l'Université d'Angers à présenter en 1996 un dossier à la Ville d'Angers et au Conseil Général de Maine-et-Loire pour la réalisation de ce réseau estimée à 4 MF :

- 1,4 MF pour la réalisation des 4 réseaux de campus,
- 1,4 MF pour la réalisation de 3 liaisons hertziennes à 4x2 Mbits/s, dont 2 avec relais,
- 1,2 MF pour les éléments actifs.

L'Université d'Angers proposait pour la réalisation de ce projet la répartition financière suivante :

- Université d'Angers : 1 MF,
- Autres établissements d'enseignement supérieur et de recherche : 1 MF,
- Ville d'Angers : 1 MF,
- Conseil Général de Maine-et-Loire : 1 MF.

■ Evolution du réseau universitaire en 1997

Ce dossier ne reçut pas d'accueil favorable de la part des collectivités locales. En 1997, l'Université d'Angers réalisa quand même, pour un montant de 621 KF, la partie des réseaux de campus la concernant et un nouveau chiffrage du projet fut fait à la mi-1997 :

- 941 KF pour les liaisons fibre de campus restantes,
- 1 310 KF pour 4 liaisons hertziennes à 34 Mbits/s,
- 563 KF pour les éléments actifs.

Hors aide des collectivités locales, l'Université d'Angers proposait une répartition de 976 KF pour elle et de 263 KF pour chacun des 7 autres établissements concernés. La décision de réaliser en 1998 les 2 liaisons hertziennes la concernant et de faire évoluer ses éléments actifs était presque prise.

Par ailleurs, en 1997, pour faire face à l'augmentation des coûts d'accès au réseau régional, et pour pouvoir gérer un véritable réseau d'établissement de l'Université d'Angers, nous n'avons gardé qu'un seul point d'accès au réseau régional à Angers, au lieu de 11 précédemment sur Angers et Cholet. Derrière ce point d'accès, ont été installés des lignes Transfix et un accès Numéris.

L'Université d'Angers, gérant cet unique point d'accès, a passé une convention avec chacun des autres établissements pour le service d'interconnexion des différents réseaux d'établissement entre eux et avec le réseau régional.

Le coût de ce service a été calculé en fonction du surcoût occasionné à l'Université d'Angers par cette interconnexion. L'addition du coût de la ligne Transfix et du coût de ce service était légèrement supérieure à l'ancien coût du réseau Ouest-Recherche et nettement inférieure au nouveau.

Si pour les autres établissements, le service fourni est resté celui d'un réseau IP pur, le réseau de l'Université d'Angers a commencé à évoluer à ce moment-là du routage vers la commutation, Ethernet en local et Frame Relay en distant, avec l'introduction de réseaux virtuels, ceci sur des commutateurs-routeurs Xylan.

■ Position des opérateurs de télécommunications

Tout ce qui précède et ce qui suit s'est déroulé dans un contexte d'introduction de la concurrence dans le monde des opérateurs de télécommunications. Cette concurrence s'est révélée jusqu'ici dans une ville comme Angers extrêmement réduite. En dehors de France Télécom et de Cégétel, aucun autre opérateur ne s'est à ce jour signalé que ce soit lors des différentes études sur le réseau informatique, que ce soit lors de l'appel d'offre de l'Université d'Angers sur le service voix.

Cégétel a discuté avec la Ville d'Angers lors de son étude, mais s'est retiré et pour des raisons juridiques, flou sur la possibilité ou non de réaliser des travaux en commun avec une collectivité locale, et commerciales, pas assez de clients sur Angers. Mais comment avoir des clients s'il n'y a pas d'offre ? Pour le moment, par exemple, la seule offre faite par Cégétel à l'Université d'Angers a été celle du 7 pour le service voix national et international, aucune offre sur le service de données, ni même sur la téléphonie mobile.

France Télécom est donc resté maître du jeu. Disposant de toute l'infrastructure (fourreaux, fibres, etc.) dont l'on pouvait avoir besoin, avec son infrastructure traditionnelle et à travers du plan câble, l'opérateur historique pouvait proposer toutes sortes de solutions.

En fait, de 1995 à 1999, France Télécom n'aura fait à l'Université d'Angers que des offres catalogue (en dehors peut-être de l'accès au réseau régional conclu à la suite d'une négociation régionale). La seule offre un petit peu attractive aura lieu au final de l'appel d'offre lancé par la Ville d'Angers sur le projet métropolitain global décrit plus loin quand il était trop tard.

En particulier, alors que la demande lui était adressée dès 1995, aucune réponse n'a jamais été donnée quant à la possibilité de louer de la fibre noire.

France Télécom aura préféré sans jamais négocier perdre des recettes de l'ordre de 1 MF par an, 500 000 F par an sur le service de données local et 500 000 F sur le service voix national et international, ce qui ne l'empêchera pas d'avoir ensuite quelques réactions de mauvaise humeur.

■ Etude de la Ville d'Angers

Les déboires du réseau régional ont fait que la Ville d'Angers est restée réticente sur le projet de la fin 1995 à la mi-1997.

En effet, les sommes versées en 1993 par le Conseil Régional mais aussi par les conseils généraux et les villes concernées, dont la Ville d'Angers, pour financer le réseau Ouest-Recherche avaient été présentées comme de l'investissement. Il était donc assez incompréhensible pour les collectivités locales que 4 ans plus tard cet investissement ait disparu et qu'il leur faille réinvestir, même si nous expliquions que cette fois-ci, a contrario de la fois précédente, c'était un véritable investissement.

La situation s'est débloquée en juillet 1997, pour des raisons internes à la Ville d'Angers, lorsqu'elle a engagé le bureau d'études Diebold, racheté ensuite par Cap Gemini, pour établir un schéma directeur de son propre système de télécommunications.

Diebold était missionné dans deux directions : études des besoins propres de la Ville d'Angers et recherche de partenariat. Dans cette deuxième direction, la réponse de Diebold fut immédiate : il n'y a pratiquement qu'un partenaire, mais c'est un partenaire sûr, l'Université d'Angers.

Un autre partenaire répondit ensuite aux sollicitations de la Ville : le Conseil Général de Maine-et-Loire.

Diebold fut donc chargé fin 1997 d'étudier la liaison d'une quarantaine de bâtiments éparpillés dans la ville : ceux de la Ville d'Angers, ceux du Conseil Général, ceux de l'Université d'Angers et ceux des autres établissements d'enseignement supérieur et de recherche, y compris le CHU.

Pour un nombre aussi élevé de bâtiments, seule la solution fibre optique était possible. Restait la question de son chiffrage.

Quels pouvaient être en particulier les fourreaux, ou autres canalisations, que pouvait posséder la Ville pour pouvoir y tirer de la fibre optique ? Est-ce que la nécessité d'un énorme chantier de génie civil n'allait pas couler financièrement le projet ?

L'étude permis de trouver de nombreux passages possibles :

- heureusement, la Ville venait d'effectuer des travaux de voirie importants au centre ville, essentiellement pour le renouvellement d'une adduction de gaz, et pour la première fois d'y poser des fourreaux,
- sur certains parcours, les canalisations d'eau pluviale étaient suffisamment larges et utilisables,
- quelques autres fourreaux, essentiellement d'éclairage public, furent trouvés ici ou là.

Les travaux de génie civil ne couvraient plus, au final, qu'environ 50 % du parcours.

Les bâtiments furent répartis sur deux tranches, une prioritaire, concernant la totalité des bâtiments universitaires, et une hypothétique. La tranche prioritaire concernant 25 bâtiments fut évalué à environ 10 MF.

■ Négociations financières

On en était en mars 1998. L'Université d'Angers avait suspendu son projet de liaisons hertziennes en attendant la conclusion de cette étude. Mais ses liaisons Transfix se saturaient. Il devenait nécessaire d'augmenter le débit de certaines avec l'obligation de contracter pour au moins un an avec France Télécom.

Mais les négociations financières prirent encore un certain temps. Un accord finit par être conclu en octobre 1998. Il était temps.

La répartition des coûts se fit plus en fonction de l'apport que chaque institution sentait possible pour elle qu'en fonction d'une analyse rationnelle. Toutefois un calcul a posteriori n'indiqua qu'une différence de 1 % entre la part universitaire dans le montage financier et la proportion de longueur de câble du réseau universitaire. Ceci signifie qu'il s'est agi d'un véritable partage de coût entre la Ville et l'Université d'Angers sans qu'il y ait de subvention déguisée.

La répartition était la suivante :

- Ville d'Angers : 4,7 MF.
- Conseil Général de Maine-et-Loire : 1,8 MF.
- Université d'Angers : 1,8 MF.
- Autres établissements d'enseignement supérieur et de recherche : 1,7 MF.

A ce stade-là, l'Université d'Angers pouvait se poser quelques questions. Sa participation au projet métropolitain lui coûtait plus de 2 fois plus cher que son propre projet, les 976 KF indiqués plus haut comprenant des éléments actifs. Evidemment l'infrastructure fournie n'était pas la même, 24 brins de fibre sur l'axe le plus important soit potentiellement quelque chose de l'ordre de 12 Gbits/s au lieu d'un faisceau à 34 voire à 155 Mbits/s.

■ Qu'est-ce qu'un réseau métropolitain ?

Cet accord financier étant passé, restait également à résoudre un certain nombre de questions essentiellement juridiques. Comment ce réseau allait-il s'intégrer dans le cadre juridique actuel des télécommunications ?

La loi du 26 juillet 1996 distingue les réseaux publics, gérés par des opérateurs de télécommunications, et les réseaux indépendants, soit à usage privé d'une seule entité, soit à usage partagé entre plusieurs entités constituant un Groupe Fermé d'Utilisateurs (GFU), l'une d'entre elles gérant le réseau. L'autorisation de constituer un GFU nécessite une communauté d'intérêt. Les licences pour gérer un réseau public ou indépendant, privé ou partagé, sont délivrées par l'Autorité de Régulation des Télécommunications (ART).

Il faut d'autre part rappeler qu'une infrastructure de fibre optique n'est pas un réseau de télécommunications, celui-ci n'existe que par la présence d'éléments actifs.

Dans ces conditions, il existait 2 solutions :

- un réseau public géré par un opérateur,
- ou trois réseaux privés, un pour la Ville d'Angers, un pour le Conseil Général de Maine-et-Loire et un à usage partagé pour le GFU enseignement supérieur-recherche géré par l'Université d'Angers.

La première solution présentait 3 inconvénients :

- il n'était pas sûr que juridiquement elle puisse s'accorder avec le fait que les travaux d'infrastructure étaient réalisés par la Ville d'Angers et avec la volonté de celle-ci de rester propriétaire de la fibre optique,
- il fallait que tout le monde soit d'accord pour supporter les coûts de fonctionnement du service assuré par l'opérateur,
- pour l'Université d'Angers, il était clair qu'aucun opérateur ne pouvait lui assurer les services de sécurisation et de partage du trafic dont elle avait besoin.

La solution des 3 réseaux privés a donc été retenue.

■ Les conventions

Une « Convention de partenariat pour la réalisation et le financement d'une boucle locale de télécommunications » a été signée entre la Ville d'Angers, le Conseil Général de Maine-et-Loire, l'Université d'Angers et les autres établissements d'enseignement supérieur et de recherche. Cette convention reprend la répartition financière exposée plus haut, sachant que la répartition réelle se fera en fonction du coût final des travaux et suivant le prorata indiqué.

Elle précise que la Ville est maître d'ouvrage des travaux, qu'elle reste propriétaire de l'infrastructure et qu'elle accorde aux autres établissements un droit d'usage de 20 ans. Ce qui se passe au bout des 20 ans reste flou.

Pour le réseau universitaire, une seconde « Convention de création et de gestion du réseau OR-Angers (réseau haut débit du Pôle Universitaire Angevin) » a été signée entre l'Université d'Angers et 8 autres établissements, publics ou privés.

Celle-ci précise les points suivants :

- Le réseau est un réseau voix, données, image, même s'il n'est au démarrage qu'un réseau de données.
- L'usage du réseau est réservé aux activités d'enseignement supérieur et de recherche et aux activités associées.
- L'Université d'Angers demande une licence à l'ART pour gérer le réseau.
- La gestion du réseau est réalisée par la gestion de « matériels communs » assurant l'interconnexion des réseaux des différents établissements et l'interconnexion avec le réseau régional et Renater.

- Pour financer ces « matériels communs » qui lui appartiennent, l'Université d'Angers demande une participation mensuelle de 2 400 F par mois à chacun des autres établissements.
- La convention précise aussi les conditions d'interconnexion de ce réseau indépendant aux réseaux ouverts au public.

■ L'avis de l'ART

L'ART consultée sur l'ensemble de ce projet donna son accord de principe. Pour les limites du GFU et la définition d'une « communauté enseignement supérieur-recherche », il n'y eut aucune objection liée aux statuts juridiques fort différents, public, privé confessionnel, privé associatif, etc., des différents membres du GFU. Par contre, il semblait impossible d'étendre cette communauté à une « communauté enseignement-recherche » par intégration des lycées, collèges et écoles.

Renater et les réseaux régionaux, qui datent d'avant la loi de 1996, sont considérés par l'ART comme des réseaux publics.

Le point délicat est la ou les connexions du réseau indépendant aux réseaux publics, possibilité à laquelle le législateur de 1996 n'avait pas pensé. S'il n'y en a qu'une, aucun problème. S'il y en a plusieurs, il faut garantir que l'on ne peut pas passer d'un réseau public à un autre réseau public via le réseau indépendant et surtout à moindre coût.

Ce qui posait donc problème à l'ART était par exemple les accès PPP ouverts aux personnels de l'Université qui leur permettent depuis chez eux de repartir sur Internet sans passer par un fournisseur d'accès. On était donc susceptible d'être attaqué par l'un de ceux-ci pour concurrence déloyale. L'accès à Internet proprement dit étant en train de devenir gratuit, cette objection tombe aujourd'hui.

Enfin, l'ART nous a conseillé de demander la licence pour un réseau voix-données-image.

Ultérieurement, les 3 licences ont été délivrées sans problème par l'ART.

■ Travaux d'infrastructure fibre optique

La Ville d'Angers publia donc fin 1998 un appel d'offre sur performance pour la « Réalisation d'une boucle locale des télécommunications à haut débit desservant prioritairement les équipements de la Ville, les locaux du Conseil Général ainsi que le Pôle Universitaire Angevin ».

Cinq sociétés furent sélectionnées dont France Télécom. Quatre rendirent une réponse, 3 une offre de réalisation d'infrastructure et de fourniture de fibre nue, France Télécom une offre de service sur 5 ans. Le moins disant était à 56 % de l'estimation. Le suivant était dans le même ordre de grandeur. Les 2 autres dont France Télécom étaient à hauteur de l'estimation.

Cela signifiait que par rapport à l'offre France Télécom, pourtant hors catalogue, la réalisation des travaux était amortie en 2 ans et demi, sachant que ce n'était pas tout à fait comparable. Dans un cas, on a un nombre important de brins de fibre nus, dans l'autre cas, on a une seule liaison à un débit donné et avec une interface donnée, et pas forcément celle que l'on souhaite.

La société choisie, Cégélec, a réalisé l'essentiel des travaux de la tranche prioritaire de mars à juillet 1999. La fin de cette tranche aura lieu en novembre. Du coup, la tranche hypothétique a également commencé et sera réalisée.

Le nombre de bâtiments qui vont être connectés augmente constamment. L'Université d'Angers a rajouté une connexion. Deux nouvelles entités sont apparues : le District, qui va constituer un GFU avec la Ville, et la CCI qui va réaliser un quatrième réseau indépendant.

La Ville d'Angers a récupéré une subvention FEDER pour les travaux. Au final, l'opération coûte 1,8 MF au Pôle Universitaire, dont 1 MF à l'Université d'Angers. L'opération s'est donc révélée excellente.

Pour 1,8 MF, on dispose de :

- 15 points de connexion,
- 108 brins de fibre partant du point central, au moins 12 sur chacun des autres points,
- plus de 20 km de câble,
- 480 km de brins de fibre.

Quelques idées de prix :

- Le prix au m du génie civil varie de 85 F HT en pelouse à 850 F HT en chaussée de centre ville.
- Le prix au m de la fibre varie de 12 F HT pour 12 brins monomode à 70 F HT pour 144 brins.

Les liaisons de campus ont été réalisées par des fibres mixtes, monomode et multimode. Les liaisons entre campus ou avec les sites isolés ont été réalisées en fibre monomode.

■ Réseau de GFU

Restait à activer cette infrastructure de fibres optiques pour les différents établissements du GFU.

Chaque réseau d'établissement est actuellement connecté avec un service IP sur le réseau Transfix. Il paraissait difficile d'imaginer autre chose, les besoins des différents établissements étant en fait l'accès à Internet et chacun pouvant avoir des règles de sécurité fort différentes.

Le choix a donc été fait d'en rester là en 1999 : pas de nouveaux protocoles et inutilité également de passer à de hauts débits sachant que la sortie vers le réseau régional est actuellement limitée à 2 x 1 920 Kbits/s.

Sur le point d'accès au réseau régional, un Cisco 4000, se connectent d'une part le réseau de l'Université d'Angers, d'autre part un commutateur Ethernet/Fast Ethernet configuré a minima, fédérant l'ensemble des autres réseaux, un port dédié à chaque établissement. Côté établissement, on trouve un routeur de sortie.

Au niveau technique, il a simplement fallu trouver un équipement permettant aux deux extrémités de passer d'une connexion RJ45 à de la fibre monomode et capable de transporter le signal jusqu'à 10 km. Notre choix s'est porté sur des produits Nbase.

D'autre part un outil de statistique, avec IPTrafic, est positionné entre le Cisco 4000 de l'Université d'Angers et celui de France Télécom. Il nous permet de mesurer le trafic de chaque réseau d'établissement. Pour mesurer la part plus exacte de chaque établissement dans l'utilisation du point d'accès, nous faisons également une statistique sur le cache Web commun aux différents établissements et nous cumulons ces deux chiffres.

Nous pouvons ainsi fournir aux différents établissements et au GIP Renater des chiffres significatifs. Nous avons demandé au GIP Renater de facturer les établissements ne relevant pas du GIP sur la base de ces chiffres de consommation réelle, et non sur la base du débit de leur réseau sur le réseau métropolitain, 10 Mbits/s, ou du débit du réseau métropolitain sur le réseau régional, 3,84 Mbits/s.

Les établissements actuellement connectés sont :

- le Centre Hospitalier Universitaire,
- l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers,
- l'Ecole Supérieure d'Agriculture,
- l'Ecole Supérieure d'Electronique de l'Ouest,
- l'Ecole Supérieure des Sciences Commerciales d'Angers,
- l'Institut National d'Horticulture,
- l'Institut National de la Recherche Agronomique,
- l'Université Catholique de l'Ouest.

■ Réseau de l'Université d'Angers

Pour l'Université d'Angers, les besoins étaient différents :

- Augmentation importante des débits en interne.
- Débits dédiés importants vers les serveurs.
- Séparation des communautés d'utilisateurs : étudiants et personnels.
- Priorisation des flux.
- Qualité de service.
- « Multicast ».
- RSVP.
- Evolution vers IPv6.
- Intégration des applications des réseaux voix et image.
- Accès aux nouveaux services de Renater 2.

Le tout tournait autour de la nécessité de marier commutation, routage et haut débit. D'autres exposés de JRES'99 doivent traiter ce problème à mon avis non résolu.

L'Université d'Angers a donc lancé à son tour un appel d'offre sur performance en février 1999 pour l'acquisition d'au moins 3 équipements centraux sur chacun des 3 campus de l'Université pour constituer le cœur du nouveau réseau, plus si possible des équipements d'extrémité.

Nous avons sélectionné 8 sociétés, 5 ont répondu, 3 en matériel Xylan, 1 en matériel Cisco et 1 en matériel 3Com.

Trois réponses étaient uniquement en technologie Gigabit, 1 uniquement en technologie ATM, 1 proposait les deux variantes.

Le choix s'est porté sur des commutateurs ATM Xylan 9 slots avec des cartes fibre monomode 622 Mbits/s pour un montant de 1 MF.

Les autres cartes, 100 Mbits/s fibre multimode et 10/100 Mbits/s paire torsadée, sont des cartes Ethernet. Le lien entre le monde trame (Ethernet) et le monde cellule (ATM) est réalisée par une carte SAR.

Nous n'avons pas retenu la solution avec le serveur externe d'origine IBM gérant routage, filtrage et services ATM en dehors des commutateurs.

Le choix ATM a été fait essentiellement sur les deux derniers points indiqués ci-dessus : l'intégration du réseau voix et l'accès aux services de Renater 2.

Les artères derrière les commutateurs centraux devront passer rapidement à 100 Mbits/s courant 2000 avec une installation complète de commutateurs Ethernet/Fast Ethernet en extrémité.

■ Fonctionnalités du nouveau réseau

Les nouveaux commutateurs ont été mis en place et le nouveau réseau est devenu opérationnel dès la livraison des fibres début août.

La migration complète est en cours et prend plusieurs mois. En effet, le basculement de l'ancien réseau vers le nouveau réseau de chaque sous-réseau s'accompagne de la séparation complète des postes étudiants et des postes personnels et d'une renumérotation IP.

Jusque là, l'Université d'Angers disposait de 23 réseaux IP publics de classe C. Un certain nombre de salles étudiantes avaient déjà été transférées vers des réseaux privés.

Avec la renumérotation, seules 4 classes C publiques restent utilisées : une pour les serveurs du service réseau, une pour les autres serveurs publics, une pour les serveur du personnel et une pour les serveurs des étudiants.

Un réseau privé de classe B a été alloué aux machines des étudiants, un autre réseau privé de classe B aux machines du personnel. Un réseau privé de classe C est réservé pour les serveurs privés, essentiellement les serveurs de gestion. Un commutateur avec pare-feu embarqué devrait être installé devant ces serveurs.

Les machines des étudiants n'ont accès en dehors d'elles qu'à un serveur d'authentification avec le logiciel SOCKS. Ce serveur permet d'une part le relayage des applications pour permettre aux étudiants d'utiliser les serveurs publics de l'Université et d'Internet, d'autre part il possède une copie du fichier des étudiants (17 000 étudiants, plus les lecteurs publics de la BU), à partir de l'application d'inscription des étudiants, avec identifiant et mot de passe. L'étudiant pour se connecter en dehors de son réseau doit les indiquer.

L'identifiant est le numéro de l'étudiant. Pour avoir un mot de passe, l'étudiant doit faire valider son compte auprès du correspondant réseau de son site en montrant sa carte d'étudiant.

Par la suite, les étudiants disposeront d'un couple identifiant/mot de passe unique pour l'accès au réseau et la consultation de leur messagerie faisant disparaître l'utilisation du numéro d'étudiant dans les informations visibles. La gestion de cette base sera faite par un annuaire LDAP.

Les machines des personnels accèdent à l'extérieur par relayage et translation d'adresse. On ne demande pas d'authentification en partant du principe que chaque machine a un responsable.

■ Configuration du nouveau réseau

Sur les commutateurs, chaque réseau IP est défini par un « groupe mobile » et associé à un réseau virtuel. Les réseaux virtuels partagés entre plusieurs commutateurs, c'est-à-dire les réseaux IP précédemment décrits sauf celui du service réseau et celui des machines de gestion, sont transportés par Lan Emulation, sur les liens ATM entre les commutateurs centraux, ou par 802.1q, sur les liens Fast Ethernet entre commutateur central et commutateur d'extrémité.

Le routage entre les réseaux IP publics est assuré par un seul des commutateurs centraux, le routage avec les 2 réseaux privés du personnel et des serveurs de gestion est assuré par des serveurs externes.

Le trafic non IP, c'est-à-dire IPX, NetBEUI, Appletalk, est limité aux commutateurs d'extrémité. Il ne remonte pas vers les commutateurs centraux. Par contre, il peut concerner les différents réseaux virtuels sur le même commutateur.

Pour pouvoir garder un serveur DHCP par site, le trafic DHCP est lui aussi limité aux commutateurs d'extrémité avec une contrainte inattendue, la nécessité de mettre une deuxième carte dans les serveurs DHCP si on veut qu'ils soient toujours joignables en IP.

L'adressage ATM respecte les spécifications de Renater 2. Les champs AFI/DCC/DFI/AA/RA/PR correspondants aux bits 1 à 72 ont été fixés par le GIP à 39:250F:00:00002D:00:64 pour la région Pays de la Loire.

Le champ RR, bits 73 à 80, a été mis à 01, le réseau OR-Angers étant le premier déclaré dans la région. Le champ RS, bits 81 à 88, a été mis à 01 pour l'Université d'Angers. Le champ C1 est divisé en 2. Les bits 89 à 92 repèrent le campus, les bits 93 à 96 l'entité dans le campus. Le champ C2 est lui aussi divisé en 2, les bits 97 à 100 repèrent le bâtiment, les bits 101 à 104 l'équipement.

La configuration des commutateurs ATM a été obtenue :

- en configurant PNNI (routage ATM) sur chacun des commutateurs,
- en montant un serveur LECS primaire (Lan Emulation Client Server) sur l'un des commutateurs et un serveur LECS de secours sur un deuxième,
- en créant pour chaque réseau virtuel à transporter un ELAN (réseau émulé) et en montant pour chaque ELAN un serveur LES/BUS (Lan Emulation Server et Broadcast and Unknown Server) primaire et un serveur LES/BUS de secours (dans notre configuration l'un des commutateurs gère 3 serveurs LES/BUS primaires, un autre 2 serveurs LES/BUS primaires et le troisième les 5 serveurs LES/BUS de secours),
- en intégrant ces données dans le LECS,
- en configurant sur chacun des commutateurs le LEC (Lan Emulation Client) pour faire correspondre réseau virtuel et réseau émulé.

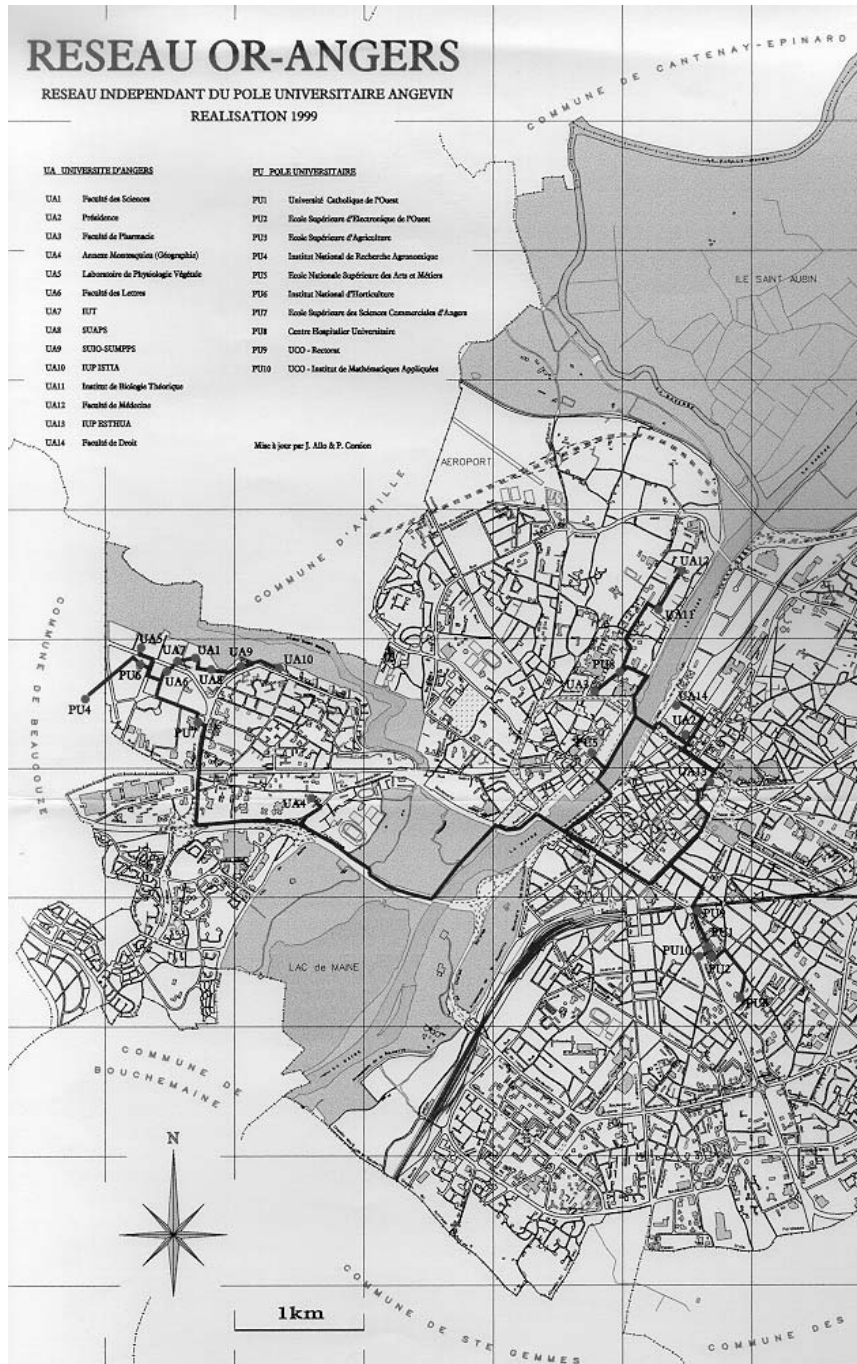
PNNI permet de gérer la redondance de lien entre les commutateurs ATM. En cas de coupure, PNNI remonte très vite, mais comme ce n'est pas le cas pour les services ATM associés, le réseau ne redevient opérationnel qu'au bout de 1 mn environ.

■ Conclusion

Ainsi donc le projet qui avait émergé en 1995 a été réalisé courant 1999, il a donc fallu être patient et obstiné. Heureusement il l'a été bien au-delà des espérances initiales en termes techniques.

Le dernier souci pour l'Université d'Angers reste l'accès aux services de Renater 2 pour lequel ce réseau a été en partie bâti. Pour cela, puisque Angers n'est pas chef-lieu de région, il est impératif qu'un réseau régional haut débit transportant les services de Renater 2 soit mis en place. Ce devrait être le cas courant 2000. Le plus tôt sera le mieux.

Référence : <http://www.univ-angers.fr/orangers/>



RESEAU DE L'UNIVERSITE D'ANGERS (commutateurs et concentrateurs)

