

Raccordement à Internet des logements étudiants au CROUS de LIMOGES

Utilisation de technologies alternatives (CPL, CATV, ADSL...)

Laurent VIAROUGE
CROUS de LIMOGES
39 G Rue Camille Guérin 87036 LIMOGES CEDEX
laurent.viarouge@crous-limoges.fr

Résumé

Il s'agit d'un retour d'expérience sur la réalisation du raccordement à Internet des logements étudiants du CROUS de Limoges, soit environ 2200 logements dans 19 bâtiments, sur plusieurs sites, et ceci dans trois villes. Une des particularités de cette réalisation est l'utilisation de technologies de raccordement que l'on peut qualifier d'« alternatives » dans ce contexte ; à savoir le CPL (le réseau électrique), le CATV (le réseau de distribution de télévision collectif) et l'ADSL (le réseau téléphonique). L'utilisation dans ce projet de technologies traditionnelles (Filaire et WIFI) permet à l'auteur d'avoir des éléments de

comparaison.

Après la présentation dans l'introduction des idées maîtresses du projet et de son contexte (réalisation d'un réseau sécurisé, non seulement multi sites, mais aussi multi villes) nous trouverons un exposé succinct de l'infrastructure mise en œuvre. Puis, nous aborderons une description sommaire du « Back office » technique (serveur de log, annuaire LDAP, serveur Radius...) et administratif (gestion des comptes étudiants, du matériel de prêt, des interventions à l'aide d'une base MySQL et d'un Interface PHP). Par la suite, nous présenterons des exemples concrets de raccordement réalisés :

- le CPL en Homeplug 1.0 dans une résidence de 277 logements,
- le CATV avec une solution privative dans une résidence de 211 logements,
- l'ADSL dans une résidence de 605 chambres.

Nous terminerons par une réflexion sur l'emploi des différentes technologies de raccordement.

Mots clefs

CPL (Courants Porteurs en Ligne), CATV (Community Antenna TeleVision), ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

1 Introduction

Internet est devenu un moyen de communication, une source d'informations et de connaissances incontournable, à plus forte raison quand on est étudiant. Fort de ce constat le CROUS de LIMOGES a décidé fin 2003 d'offrir gratuitement un accès Internet aux étudiants qu'il héberge dans ses résidences. L'étudiant devra pouvoir bénéficier, à des fins pédagogiques, d'un accès internet à partir de son

logement avec un débit équivalent à un accès ADSL de base. La dimension sociale des missions des CROUS justifie totalement cette décision.

Lorsque nous avons conçu ce projet de réseau nous avons dégagé quelques idées maîtresses pour le mener à bien. Le CROUS sera maître d'œuvre et d'ouvrage, via son service informatique et technique. Le réseau sera global, couplé avec le réseau administratif du CROUS, mais indépendant grâce à la technique des VLAN. Les accès externes seront réduits afin de faciliter la gestion et la sécurité, RENATER sera privilégié pour ce type d'accès. L'infrastructure de base reposera sur des liens VPN inter villes, au travers du réseau régional DORSAL, et à LIMOGES sur le réseau MAN Enseignement Recherche (ReLIER). Le réseau devra s'adapter à la structure des bâtiments et à leurs environnements externes, en évitant des travaux de câblage lourds, chers et difficiles à mettre en œuvre dans des résidences existantes et habitées. Les coûts de réalisation et de gestion devront être maîtrisés, et bien sûr les plus faibles possibles.

La durée de réalisation a été fixée à trois ans et le financement a été obtenu au travers de la contractualisation CNOUS - CROUS.

Actuellement, la quasi totalité des raccordements possibles est effectuée avec différentes technologies, cela représente en quelques chiffres :

- Trois résidences WIFI (802.11b et 802.11g) : 5 bâtiments, 25 Points d'accès, 400 logements.
- Une résidence CPL (home plug 1.0) : 3 bâtiments, 27 passerelles, 200 modem CPL, 277 logements.
- Une résidence CATV (utilisation du câblage coaxial télé) : 1 bâtiment, 3 passerelles, 180 modems câble, 211 logements.
- Trois résidences filaires classiques (catégorie 5) : 4 bâtiments, 374 logements, 18 switchs de niveau 2.
- Une résidence ADSL (utilisation du câblage téléphonique) : 4 bâtiments, 605 logements, 14 DSLAM de 48 ports, 500 modem ADSL.
- Une résidence de 353 logements sera câblée lors de sa rénovation. L'accès à Internet est actuellement réalisé par 3 Points d'accès WIFI dans les lieux de vie communs.

2 L'infrastructure physique

L'infrastructure physique du réseau réalisé peut être décomposée en trois niveaux : une ossature, des ramifications et des réseaux de capillarité.

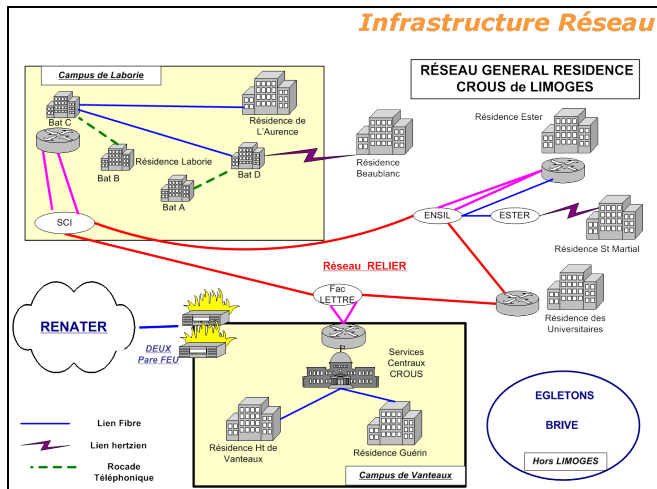


Figure 1 – *Infrastructure Réseau*

2.1 Une ossature

Elle couvre le territoire de la Région et la ville de Limoges.

- Des liens VPN pour les relations inter villes (EGLÉTONS, BRIVE et LIMOGES) qui utilisent le réseau de l'Université qui s'appuie lui-même sur le réseau DORSAL mis en place par la Région.

- Sur Limoges, le Réseau Métropolitain Enseignement Recherche (ReLIER) regroupe les membres de la communauté du monde éducatif de Limoges, animé par l'université avec un partenariat fort de la municipalité. Il se caractérise par un bouclage fibre optique monomode sur la ville. La ville est propriétaire des fourreaux. Le groupe d'utilisateurs du réseau ReLIER est propriétaire des câbles. Au sein des câbles, un certain nombre de paires de fibres sert au besoin collectif du groupe (réseau de collecte RENATER...). Les autres paires ont été attribuées aux différentes entités en fonction de leur besoin. Le CROUS de Limoges a donc construit une boucle fibre privative pour ses besoins.

2.2 Des ramifications

Les réseaux constituant l'ossature desservent un point par campus. Nous avons été amenés à construire des réseaux de campus pour relier nos 19 bâtiments. Ces réseaux ont été réalisés en fibre optique, toutefois pour des raisons de coûts, pour réaliser l'interconnexion de bâtiments excentrés nous avons été amenés à réaliser deux liens hertziens dans la bande de fréquence des 2,4 GHz (un à 4 Mbits/s sur 800m et un autre à 8 Mbits/s sur 1,8km) Nous avons profité localement de l'expertise de la société CISTEME.

2.3 Des réseaux de capillarité

Une des idées maîtresse de notre projet - « s'adapter à la structure des bâtiments et à leurs environnements externes, en évitant des travaux de câblage lourds » - nous a amené à utiliser des médias de transport d'informations variés : filaire classique, WIFI, CPL, CATV ou encore ADSL.

3 La sécurité du système :

3.1 Politique de sécurité

Pour la sécurité, nous avons poursuivi trois objectifs : satisfaire les recommandations de RENATER, suivre les obligations légales (entre autres d'archivage), savoir qui fait quoi pour pouvoir couper l'accès à l'utilisateur abusif. Nous avons décliné cela par la mise en place :

- d'un réseau logique et d'un VLAN par résidence, ou par bâtiment,
- du blocage de certains services comme le peer to peer,
- l'attribution d'une adresse IP publique par résidence, ou par bâtiment,
- d'une authentification unique par utilisateur,
- d'une durée de session utilisateur limitée mais renouvelable,
- la signature de chartes d'utilisation par les étudiants (charte RENATER et CROUS).

Ces mesures doivent nous permettre de satisfaire le principe juridique communément admis en sécurité informatique : « Devant la complexité de la réalisation, il n'y a pas à proprement parler d'obligation de résultat mais plutôt une obligation de mise en œuvre ».

3.2 Gestion de la sécurité

Techniquement, nous avons mis en tête de réseau des appliances NETASQ sur lesquels nous avons fait reposer l'essentiel de la sécurité et du fonctionnement du système. Nous les utilisons bien sûr classiquement pour leur rôle de Firewall mais aussi comme :

- portail captif,
- serveur DHCP,
- filtre du peer to peer,
- filtre d'URL,
- proxys transparents HTTP et DNS
- partageur de débit entre utilisateurs.

Ils « loguent » les connexions sur leur disque interne, mais aussi sur un serveur syslog

Ces appliances sont des NETASQ F200 pour les sites de BRIVE et d'EGLÉTONS. Sur Limoges nous avons mis deux F800 en backup, l'un vis-à-vis de l'autre plutôt qu'en haute disponibilité où un des équipements ne sert que de secours.

Dans notre système de backup les deux équipements ont la même configuration. En fonctionnement normal, seuls un certain nombre de ports sont actifs, et bien sûr pas les mêmes sur les deux. Lorsque se présente la nécessité du backup, nous activons les ports adéquats sur l'un des

Firewall, via une requête SNMP au travers d'une interface Web PHP.

4 Les outils de gestion mis en œuvre

4.1 Une gestion technique centralisée

Nous avons regroupé tous nos outils, ou du moins toutes les interfaces de gestion technique, sur une station accessible depuis n'importe quel réseau ; à condition d'avoir les bons codes. L'intérêt est considérable lorsque nous sommes en dépannage dans un local technique ou en cours d'intervention dans la chambre d'un étudiant.

Nous trouvons sur cette station : la supervision, le serveur syslog, les outils de prise de main à distance sur tous les équipements réseaux (qui sont sur un VLAN spécifique), les interfaces pour interroger les outils de métrologie, les tests des portails captifs ...

4.2 Une gestion administrative

Les étudiants que nous hébergeons ne sont pas, à priori, admis à utiliser Internet. Il faut qu'ils souscrivent au service (paiement d'une caution, signature des chartes d'utilisation). Nos différents modes de raccordement nous ont amenés à faire du prêt de matériel (modem : cpl, câble, adsl, wifi...). Ces différentes caractéristiques nous ont contraints à la conception et à la mise en œuvre d'une gestion administrative.

Cette gestion est assurée, au plus près des utilisateurs, par le personnel d'accueil des résidences. Elle couvre quatre domaines principaux rassemblés sur une même interface :

gestion des comptes,
gestion du prêt de matériel,
gestion des incidents et des bugs utilisateurs,
suivi « commercial » (taux de satisfaction, taux d'utilisation du service...).

Pour assurer cette gestion et les mécanismes de connexion, nous avons mis en œuvre : un portail captif, un serveur FREE RADIUS, un annuaire OPEN LDAP, une base Mysql, une interface Web avec des scripts PHP.

5 Principe de Fonctionnement

Les connexions Internet s'effectuent via un portail captif (embarqué sur les appliances NETASQ) qui va interroger un annuaire LDAP via un serveur RADIUS.

L'annuaire LDAP contient l'ensemble des étudiants logés par le CROUS. Il intègre les schémas (inetOrgPerson, supannPerson, radiusprofile, etuCrous). Sa mise à jour se fait par une extraction journalière des bases de données de gestion de l'application d'hébergement. Dans cet annuaire, nous trouvons, pour l'étudiant, en plus des données nominatives (Nom, prénom, login password), des données concernant son hébergement (résidence, logement, date d'arrivée, date de départ ...), mais aussi des informations concernant sa situation par rapport au service (souscription, date d'inscription, date de désinscription ...).

L'autorisation de connexion pour un étudiant est effective si l'attribut DIALUP ACCESS du LDAP

(implanté par le schéma Radius) est à TRUE. Son passage à TRUE est réalisé lors de l'inscription au service, conditionné par le paiement de la caution et la signature des chartes.

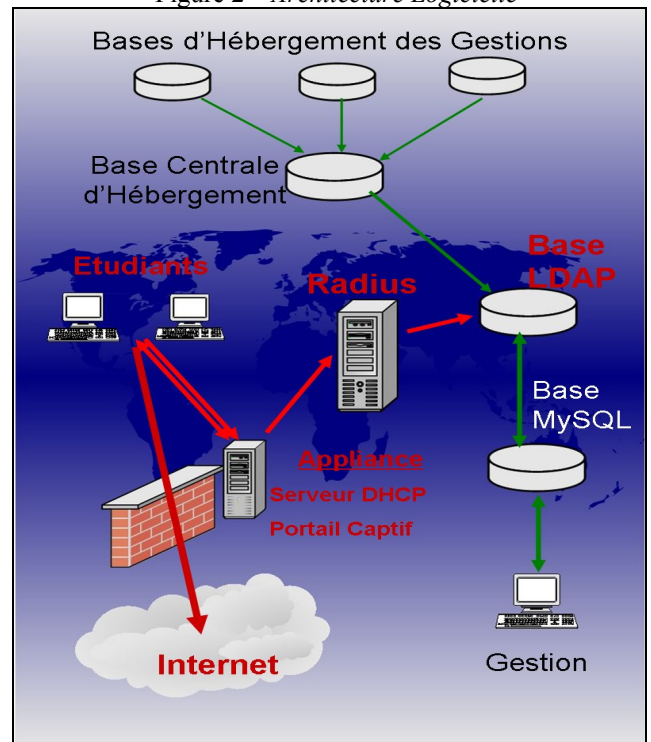
Lors de l'inscription ou de la désinscription, au delà de la gestion du DIALUP ACCESS et d'un certain nombre d'éléments de LDAP, nous gérons l'ouverture ou la fermeture des ports sur les switches et nous alimentons la base de gestion Mysql.

La base Mysql nous permet un suivi précis

- des étudiants inscrits au service,
- du matériel emprunté,
- des incidents de fonctionnement,
- des réclamations,
- ...

La gestion du matériel prêté se doit d'être fine, car comme nous le verrons par la suite pour le fonctionnement en CPL ou en CATV, n'importe quel modem ne peut pas fonctionner dans n'importe quel logement.

Figure 2 – Architecture Logicielle



6 Une Résidence CPL

6.1 Présentation du CPL

L'appellation CPL (*Courants Porteurs en Ligne*) est donnée à toute technologie qui vise à faire passer de l'information à bas débit ou à haut débit sur les lignes électriques. Dans son principe le CPL correspond à l'ajout d'un signal de données de faible puissance en haute fréquence au signal électrique base fréquence de 50hz. On pourrait dire que le CPL « c'est du neuf vieux » en effet les distributeurs d'électricité l'utilisent depuis longtemps pour la gestion de leur réseau, la commande de relais (par exemple le signal Pulsadis, connu sous le nom de signal

jour-nuit, utilisé pour faire basculer un certain nombre d'équipement sous tension la nuit afin de profiter des tarifs de nuit).

La variété des utilisations, des débits, nous permet de parler des CPL et non du CPL.

Les CPL bas débits qui utilisent les bandes de fréquences de 3-148,5kHz, dites Cenélec (*Comité européen de normalisation électronique*) sont principalement utilisés dans la domotique et l'automotique (bus industriel des véhicules automobiles).

Les CPL haut débit qui utilisent la bande de fréquences 1-30 MHz ne sont réellement apparus qu'au début des années 90. La bande de fréquences du haut débit est généralement vue comme deux sous bandes. Une bande inférieure, utilisée pour « l'indoor » sur la basse tension, et une bande supérieure utilisée pour « l'outdoor » sur la moyenne tension et la basse tension. Dans sa version « outdoor » le CPL est utilisé pour faire le dernier kilomètre, si chers aux opérateurs de Telecom entre le poste de transformation (Haute Tension – Moyenne Tension) et l'abonné.

La normalisation est en marche au travers de l'IEEE (futur standard IEEE P1901 qui concerne la couche physique et mac du CPL), et surtout au travers d'une future norme d'interopérabilité envisagée. La compatibilité n'est jusqu'à présent possible qu'entre équipements utilisant la même famille de chipset. Parmi les fabricants de chipset on peut citer l'américain Intellon, l'espagnol DS2, le français SPIDCOM. Le standard actuel pour l'indoor tourne autour des puces HomePlug (définies par le consortium du même nom) dont Intellon est le principal pourvoyeur. Des solutions en DS2 commencent à se déployer.

Les débits actuels sont variables en fonction des chipsets allant pour des débits physiques de 14Mbit/s (Home Plug 1.0) à 200Mbit/s (HomePlug AV, DS2..) ce qui en termes de débits utiles est beaucoup plus réduit de 5Mbit/s à 150Mbit/s.

Le signal CPL subit un affaiblissement en fonction de la distance parcourue et des équipements électriques qu'il traverse. Les transformateurs bloquent le signal CPL. L'injection du signal peut se faire de deux manières, soit par couplage capacitif ; cas de la plupart des modems CPL branchés sur une prise électrique, soit par couplage inductif (voir figure 4). D'une manière générale les trames CPL sont cryptées à des niveaux élevés (DES-56, 3DES, AES-128).

6.2 Le CPL à la Résidence Universitaire de L'AURENCE à LIMOGES

La résidence de L'AURENCE, représente 277 studios sur 3 bâtiments d'une longueur de 50 m sur 5 niveaux, 27 passerelles CPL, 200 modem CPL.

❖ Pourquoi le CPL dans cette résidence ?

Quand nous avons voulu effectuer le raccordement de cette résidence fin 2004, nous pensions opter pour du WIFI. Nous venions d'installer deux résidences en WIFI, une en 802.11b et une en 802.11g. Mais à la résidence de L'AURENCE, nous ne savions pas où mettre les bornes.

Pas dans les couloirs, puisqu'il n'y en a pas, l'accès aux logements se faisant par des coursives extérieures. Pas dans les gaines techniques, elles sont fermées et passent au milieu des studios.

En revanche, nous avons un transformateur MT-BT (*Moyenne Tension – Basse Tension*) spécifique à la résidence, nous permettant d'être dans un réseau de distribution basse tension privé. Donc, pas d'autorisation spécifique à demander. D'autre part, le réseau électrique est « propre » et récent, la solution CPL est ainsi faisable. La société Alterlane (filiale d'EDF) a répondu avec la société LEA (pour les modems terminaux) à l'appel d'offre avec une solution Home Plug 1.0, seule réellement viable à ce moment là.

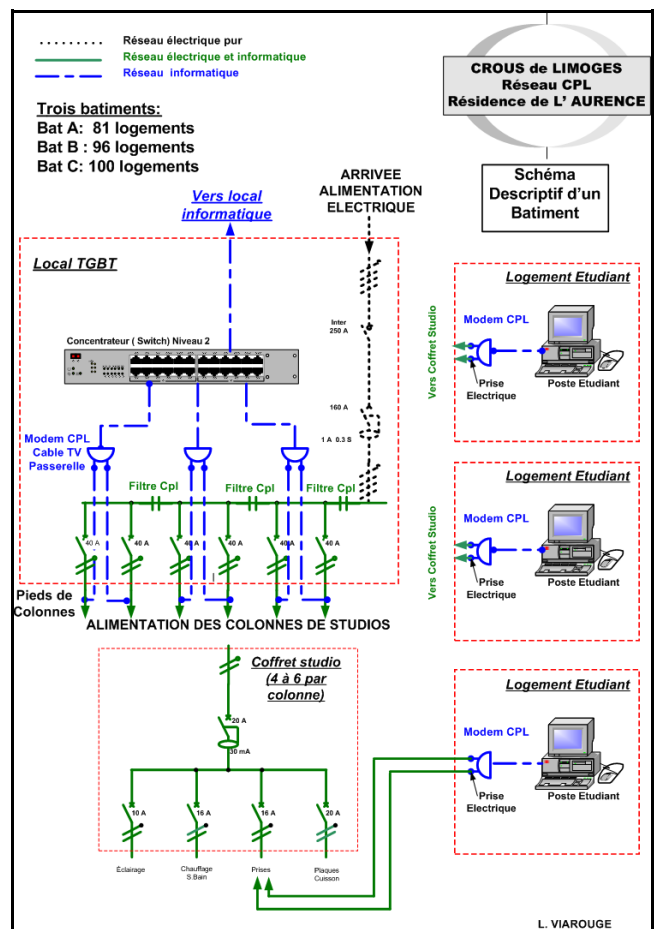


Figure 3 – Descriptif Architecture CPL L'AURENCE

❖ Principales caractéristiques HomePlug 1.0

- Architecture pair to pair : Dans ce mode tous les équipements ont le même niveau hiérarchique et échangent des données avec tous les autres équipements CPL. Un des équipements peut servir de passerelle vers un autre type de réseau.
- Le débit physique est de 14Mbit/s.
- Un réseau est constitué au maximum de 15 équipements.

- La sécurité est assurée par deux clés de cryptage DEK (*Default Encryption Key*) et NEK (*Network Encryption Key*). La clé DEK identifie un équipement CPL particulier, elle permet de configurer les équipements à distance. La clé NEK entrée dans chacun des équipements permet de :
 - créer plusieurs réseaux CPL sur un même réseau électrique ;
 - crypter (DES-56) les données circulant entre les équipements CPL,
 - authentifier les équipements appartenant au réseau CPL.

❖ Description de l'installation

Dans ces bâtiments nous avons une distribution électrique monophasée verticale avec un seul point de départ situé au niveau du TGBT (*Tableau Général Basse Tension électrique*). Le TGBT étant situé à une extrémité des bâtiments, injecter le signal CPL au niveau du TGBT aurait entraîné un affaiblissement trop important pour la plupart des logements des derniers étages. Il fallait injecter le signal CPL au plus près des pieds des colonnes montantes. Pour cela, des modems CPL câble TV compatibles HomePlug ont été utilisés.

Un modem CPL câble TV est équipé de deux interfaces, une Ethernet classique reliée au reste du réseau filaire et une autre coaxiale par laquelle sort un signal au format CPL. La très faible atténuation liée au câble coaxial (de type TV) permet d'apporter le signal presque sans affaiblissement en pied de colonne. L'injection du signal se fait à ce niveau de manière inductive par l'intermédiaire d'une bobine magnétique. Des filtres, positionnés en aval dans le réseau électrique, limitent la propagation du signal vers le reste du réseau. Dans les logements étudiants des modems CPL Ethernet classiques permettent le raccordement aux postes des étudiants.

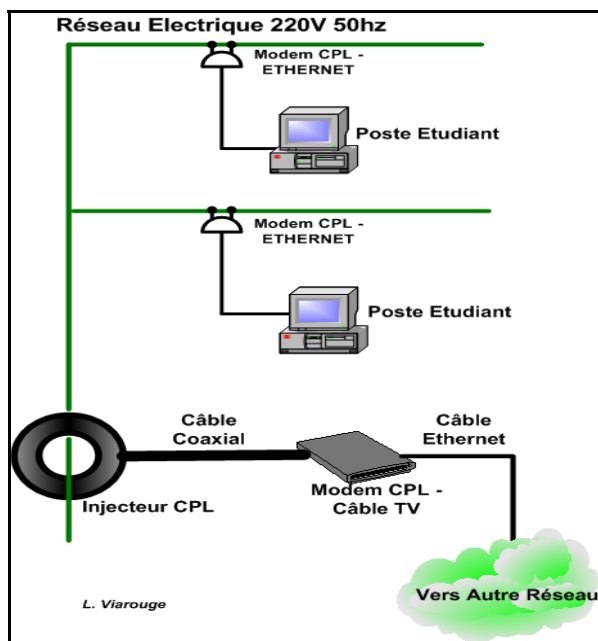


Figure 4 – Injection CPL Inductif

Un modem CPL câble TV alimente deux colonnes, soit entre dix et douze logements créant un réseau CPL. Les équipements CPL qui se « plument » pour pouvoir communiquer avec ce réseau, et donc sortir par la passerelle que constitue le modem CPL câble TV, doivent avoir le même NECK que le modem CPL câble. Les modems CPL-Ethernet des étudiants sont pré-configurés en fonction des logements.

Un équipement de supervision nous permet, par l'intermédiaire d'une interface Web, de gérer les réseaux CPL (vision de la qualité des liens CPL, désactivation d'un équipement etc.).

7 Une Résidence CATV

7.1 Présentation du CATV

Le CATV (*Community Antenna TeleVision*), ou câblage de télévision collectif, utilise un câble coaxial de 75Ω , différent du câble coaxial de type Ethernet, qui lui possède une impédance de 50Ω .

À l'origine ce type de câblage a été conçu pour diffuser de la télévision analogique, il était donc unidirectionnel. Dans le CATV, un multiplexage en fréquence est utilisé pour le transport des différents canaux de télévision. La division en fréquence donne naissance à des sous bandes. Chaque sous bande (8MHz en Europe, 6MHz au US) porte un canal de télévision.

Le transport des données pour la partie ascendante (*upstream*) est effectué respectivement, dans la bande 5-40 MHz aux Etats-Unis, et 5-60 MHz en Europe. Cette bande de fréquences n'est pas utilisée pour la diffusion de programmes TV ou radio. Le transport des données dans l'autre direction (*downstream*), occupe un ou plusieurs canaux TV libres.

Pour ce type de réseau, l'accès au média en download n'est pas partagé puisque unidirectionnel, par contre l'accès au média en upload lui l'est. Les débits standards sont de 30Mbit/s par canal en download et 5Mbit/s en upload.

Les câbles opérateurs, afin d'augmenter les débits, utilisent actuellement une technologie mixte *Hybrid Fiber Coaxial* (HFC) ; fibre optique en pied d'immeuble, et CATV dans l'immeuble.

Dans la version traditionnelle, la bande de fréquence de transmission sur les câbles coaxiaux va de 5 MHz à 450 MHz, alors que pour les modems HFC elle est étendue au delà de 750 MHz., cette extension étant réservée pour des canaux numériques.

Deux organismes travaillent sur l'aspect standardisation des modem câble : le groupe de travail « *Data Over Cable Service Interface Specification* » (DOCSIS) du partenariat Multimedia Câble Network System Parteners Ltd (MCNS) et le groupe de travail IEEE 802.14 *Câble TV Working Group*, utilisant une technologie ATM . Le plus actif est le MCNS avec ses spécifications DOCSIS et EuroDOCSIS qui dans leur version 3 annoncent des débits de 160Mbps en download et de 120Mbps en upload. L'association DAVIC (Digital Audio Visual) chargée d'effectuer des normes au standard

européen a cessé son activité en 1999, après avoir publié les normes DAVIC 1 à 5.

Le groupe de travail de l'IETF « *IP over Cable Data Networks* », quant à lui, a été formé dans le but d'écrire les spécifications du service IP au-dessus d'un réseau de données CATV (IEEE 802.14 et MCNS).

7.2 Le CATV à la Résidence Universitaire ST MARTIAL à LIMOGES

La résidence St Martial représente 211 logements, 1 bâtiment, 3 passerelles CATV, 180 modem CATV.

❖ Pourquoi le CATV dans cette résidence ?

Cette résidence est située au centre ville avec une présence de réseau WIFI privatif important, un réseau de distribution électrique public, mais un réseau de télévision collectif facilement accessible et très correct, malgré les errements du câble opérateur local.

Nous avons recherché des sociétés susceptibles de réaliser un raccordement à Internet sur CATV pour ce type de bâtiment. La société italienne FRACARRO nous a répondu avec une solution dénommée commercialement Coax-LAN64.

❖ Principales caractéristiques de Coax-LAN64

Le système Coax-LAN64 est composé d'un équipement tête de réseau le NWL-MAS (*NetWorkLine-Master Access Switch*) et de modem câble NWL-IO/ETH (*NetWorkLine-Intelligent Outlet Ethernet*). Le système est compatible DOCSIS et EURODOCSIS.

Le NWL-MAS est composé de

- deux interfaces 100BaseT (généralement une pour le WAN et une pour le management)
- une interface coaxiale pour le CATV réseau RF (Fréquence Radio)

Le NWL-MAS peut servir de simple pont mais aussi d'équipement de tête de réseau complet (routeur, serveur DHCP et DNS, firewall basique, gestion de Vlan 802.1q et du NAT,...). Il est paramétrable par interface web et SNMP.

Le NWL-IO/ETH est un modem câble avec une interface Ethernet et deux interfaces coaxiales. Une des interfaces sert d'entrée pour le réseau RF, l'autre de sortie, pour une TV par exemple. Il a donc deux fonctions, une première de séparateur (splitter) entre les signaux télé et données et une deuxième de modem. Le système permet 16 équipements derrière l'interface Ethernet.

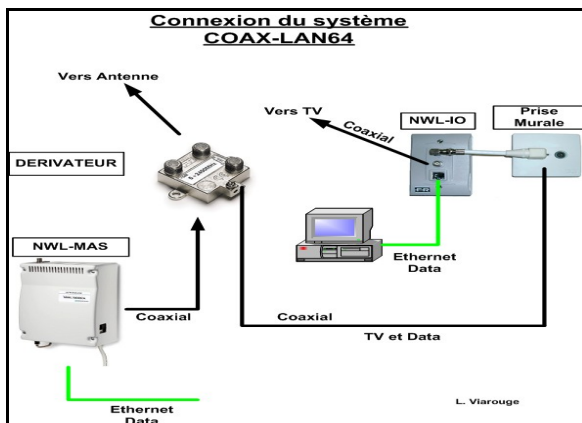


Figure 5 – Connexion Coax-LAN64

Dans la version de base on peut associer à un NWL-MAS soixante quatre NWL-IO.

La largeur de bande utilisée est en download de 3,45 MHz et 3,75 MHz en upload. Leur positionnement est adaptable dans le spectre des fréquences entre 5 et 32MHz en upload et entre 64 et 76 MHz en download. Cette adaptabilité permet de se positionner sur les fréquences les moins bruitées mais aussi d'utiliser plusieurs NWL-MAS par réseau physique, en l'occurrence dans la version standard trois NWL-MAS.

Les performances ne sont pas symétriques.

- Du NWL-MAS, on a 30Mbit/s vers les NWL-IO et 6Mbit/s en réception des NWL-IO.

- Des NWL-IO, on a 10Mbit/s en réception du NWL-MAS et 3Mbit/s en émission vers le NWL-MAS.

Chaque NWL-MAS ne dialogue qu'avec les NWL-IO connu de lui. Cette gestion des NWL-IO est effectuée par un soft en SNMP qui permet également la gestion complète du réseau RF en validant et invalidant les NWL-IO, mais aussi en jouant sur les paramètres RF (puissance d'émission, seuil de réception ...).

Le NWL-IO est dit intelligent car, lors de son branchement sur le réseau, il va rechercher automatiquement le NWL-MAS et les paramètres nécessaires à la communication.

❖ Description de l'installation

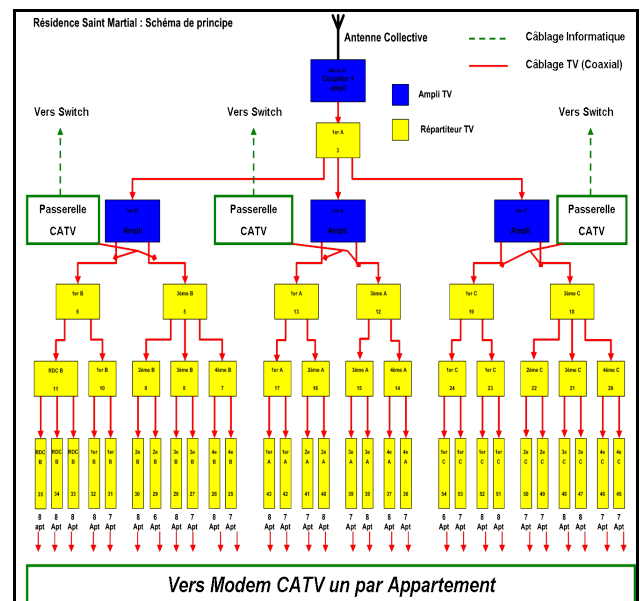


Figure 6 – Schéma de principe CATV ST MARTIAL

Dans ce bâtiment, le câblage CATV se caractérise par trois amplificateurs TV qui assurent le dernier niveau d'amplification. Le nombre de logements sous chaque amplificateur correspond à peu près au nombre de NWL-IO que peut desservir un NWL-MAS. Nous avons donc injecté les données, via le NWL-MAS, sous les amplificateurs. De plus les amplificateurs dans leur version actuelle filtrent le canal montant. Nous avons ainsi pu construire trois réseaux CATV indépendants ayant les

mêmes caractéristiques physiques, ce qui facilite la gestion.

Dans la configuration des NW-MAS, chaque NW-IO est dans un VLAN, ce qui induit qu'un poste étudiant ne voit pas les autres. La sécurité et la gestion des accès étant assurées à un autre niveau, les NW-MAS sont configurés comme de simples ponts.

8 Une Résidence ADSL

8.1 Présentation de l'ADSL

L'ADSL (*asymmetric DSL*) fait partie de la famille des technologies DSL (*digital subscriber line* : ligne numérique d'abonné). Elles sont basées sur le transport d'informations numériques par câble de cuivre téléphonique (la paire téléphonique). Le signal utilise les bandes de fréquences hautes, inutilisées pour le transport de la voix en téléphonie traditionnelle (analogique).

On peut les classer en fonction de leur caractéristique de débit symétrique ou non.

Les variantes symétriques sont les plus performantes en débit, mais la portée reste faible. Les plus connues sont : SDSL, VDSL (*very high bitrate DSL*) et VDSL2 (version très prometteuse). Les asymétriques sont plus utilisées car de portée plus grande mais de débit plus faible. On trouve dans cette catégorie ADSL, ReADSL (*reach-extended ADSL*) d'une portée accrue, ADSL2+ d'un débit plus élevé.

Figure 6 – Schéma de principe ADSL

En ADSL simple, le spectre hertzien est découpé en trois parties ; une entre 0 et 4kHz pour la voie téléphonique analogique, une entre 4 et 100kHz pour l'upload, une entre 100kHz et 1,1MHz pour le download.

Dans l'architecture typique ADSL on trouve dans les logements un splitter (filtre ADSL) qui sépare la voie téléphonique (basses fréquences) des données numériques (hautes fréquences). Le modem ADSL est remplacé maintenant par des box (modem, routeur WIFI et Ethernet,...). Dans les locaux techniques des opérateurs, on retrouve des splitters qui envoient le signal voix vers le commutateur téléphonique local et les signaux haute fréquence vers le DSLAM (*DSL Access Module*). Le DSLAM peut être vu comme un multiplexeur.

Le protocole de base sur l'ADSL est l'ATM (Asynchronous Transfer Mode) avec ses cellules de 53 octets et ses circuits virtuels (VC). Une description complète de l'ATM dépasserait le cadre de cet article.

8.2 L'ADSL à la Résidence Universitaire de LA BORIE à LIMOGES

La résidence de LA BORIE représente 4 bâtiments, 605 logements, 14 DSLAM de 48 ports, 500 modem ADSL.

❖ Pourquoi l'ADSL dans cette résidence ?

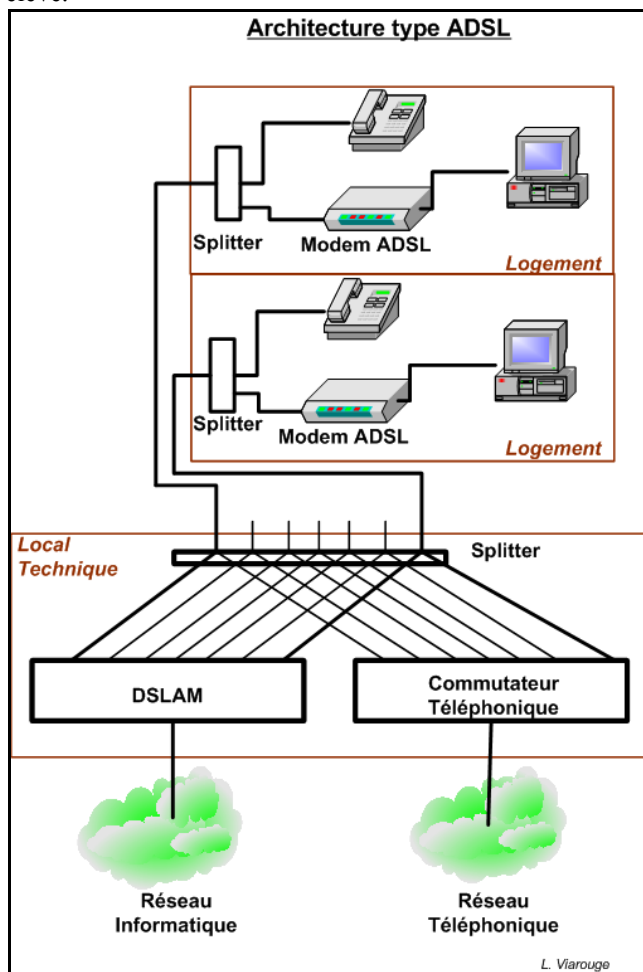
La résidence de LA BORIE fait partie des résidences traditionnelles où les chambres font 9m² avec un couloir central. Dans ce genre de bâtiment, réaliser une couverture WIFI correcte est très difficile. Le réseau électrique est ancien et les coffrets d'étage difficiles d'accès. Nous avons en revanche dans cette résidence un réseau téléphonique privé avec une prise téléphone dans chaque chambre.

Nous avons réussi à faire venir sur place un certain nombre d'équipementiers téléphoniques importants. Nous avons retenu une solution ADSL2+ de ZyXEL, après avoir rejeté la solution VDSL, proposée par CXR Anderson Jacobson ; plus performante mais trop chère.

❖ Description de l'installation

L'offre ZyXEL que nous avons retenue est basée sur des IES-1248-51A (IP DSLAM de 48 ports ADSL2+) et des P660R (modem routeur ADSL2+ à une interface Ethernet).

Les IES-1248 sont des DSLAM avec 48 ports ADSL2+, 2 ports 1000 Base TX + 2 GBIC en options.



L. Viarouge



Figure 7 – IES-1248 de ZyXEL

Le raccordement vers les lignes d'abonnés et vers le réseau téléphonique se fait au travers de 4 connecteurs Telco-50 (RJ21). Ces DSLAM intègrent la fonction de splitter.

La résidence est composée de quatre bâtiments. Deux PABX situés dans des bâtiments différents effectuent la commutation téléphonique pour 2 bâtiments (320 prises téléphoniques). Nous avons implanté sept DSLAM dans des baies près de chaque PABX et nous avons effectué les raccordements sur les réglettes de répartition avec des câbles TELCO-50. Les DSLAM ont été cascades par leur interface giga avec rebouclage permettant ainsi de faire du spanning tree sur la pile de DSLAM.

Nous avons réalisé un VLAN par bâtiment. Chaque port ADSL se comporte vis-à-vis des VLAN comme un port Ethernet classique. Pour simplifier, coté ATM les VLAN correspondent à des VC (*circuits virtuels*), on établit autant de VC qu'il y a de VLAN à transporter. On peut leur affecter des priorités.

La gestion du lien ADSL sur le DSLAM est complète et sophistiquée, ceci pour chaque port ADSL. On peut allouer les débits en upload et en download, prioriser des flux, limiter le nombre d'adresses mac utilisables simultanément sur un port, établir un grand nombre d'accès list, faire des tests physiques sur la ligne... Dans notre configuration par défaut, tous les ports ADSL sont désactivés. Les ports ne sont activés que lors des inscriptions des étudiants au service par l'agent d'accueil. Cette activation est faite via la gestion administrative, vue précédemment. Un script PHP envoie les commandes SNMP nécessaires.

Dans le CCTP, lors de l'appel d'offre nous avons émis le souhait que l'équipement terminal, dans le logement, ne soit pas reconfigurable par l'étudiant. Pour répondre à ce souhait Zyxel nous a fourni un firmware avec une configuration par défaut spécifique que nous avons mis au point lors de test. Ainsi, l'étudiant même s'il fait un reset usine sur son P660, se retrouve avec les bons paramètres.

Les P660 sont configurés comme des ponts. Bien que tous les P660 aient la même configuration ; adresse IP identique, nous pouvons gérer chaque P660 individuellement. L'adresse IP unique des P660 n'est pas dans le LAN étudiant mais dans notre LAN de Test. Nous avons amené le VLAN de Test jusqu'aux IES-1248. Lorsque nous voulons manager un P660, il suffit que l'on change sur le DSLAM le VLAN affecté à son port ADSL par le VLAN de Test. Nous sommes entrain de réaliser un script PHP et SNMP pour l'automatiser, surtout pour éviter les conflits d'adresse IP dans le cas où nous aurions deux ports au même moment sur le VLAN Test.

9 Conclusion

Les supports de communication informatique ont considérablement évolués. Pour la distribution au sein des bâtiments, on assiste à une démultiplication des média réseaux crédibles (Ethernet câblé, WI-FI, CPL, Câble TV, ADSL ...). Ils ont tous leurs avantages et leurs inconvénients.

Les réseaux Ethernet câblés sont ceux qui ont les meilleures performances. Ils sont les plus fiables mais leur coût de réalisation, surtout dans un bâtiment existant, est élevé.

Le WIFI permet de ne pas mettre « de fil à la patte » au poste terminal. Par contre, effectuer une couverture complète d'un bâtiment relève de la gageure.

Le réseau électrique est présent dans toutes les pièces des bâtiments, ce qui peut être aussi un inconvénient en informatique car c'est un réseau multi chemin. Autres inconvénients : le réseau électrique est soumis à des bruits variés et variables, et il est dangereux. Les technologies CPL actuelles (DS2, HomePlug AV) quant à elles permettent de s'affranchir des premiers inconvénients, hormis le dernier. Il est devenu viable en termes de débit et de portée. La faible fiabilité des équipements Home plug 1.0 que j'ai pu constater semble être un pêché de jeunesse (les garanties sur les matériels augmentent).

Le réseau TV a pour avantage d'être existant et d'utiliser un media performant. Les câbles opérateurs avec les solutions HCF offrent des débits importants. La voie montante est le point faible du système, car non prévue à l'origine du réseau. J'ai pu constater que la simple oxydation sur une fiche murale provoque des perturbations importantes sur la voie montante. Globalement le CATV semble être fiable et bien rodé.

Le réseau téléphonique comme le réseau TV a l'avantage d'être là (les entreprises ont souvent un réseau privé de téléphonie). Les solutions sont nombreuses et fiables. Les solutions VDSL au sein d'un bâtiment en terme de gestion informatique et de débit se rapprochent de ce qui se fait en Ethernet câblé, avec des portées plus grandes. Le principal inconvénient rencontré réside dans le fait que les répartiteurs téléphoniques s'avèrent être, souvent, un fouillis de câbles inextricables.

L'avenir ne serait-il pas dans les solutions hybrides, afin de ne pas démultiplier les câblages au sein des bâtiments ?

Le réseau de distribution électrique est présent dans toutes les pièces. Le CPL allié au WIFI, pour éviter « la ficelle », me paraît le moyen de distribution idéal au sein

des bâtiments. Des équipements de ce genre commencent à être commercialisés. Le plus prometteur me semble être la douille du plafonnier CPL/WIFI pour la couverture WIFI qu'elle apporte dans la pièce. Dans un avenir proche on pourrait envisager une cellule WIFI par pièce. (voir détail ref [1])

Pour conclure de manière générale sur le projet, je dirais que lors de sa réalisation, nous avons rencontré de multiples difficultés techniques. Nous avons fait des choix audacieux mais réfléchis. Fidèles à nos idées de départ ; approche globale du réseau, adaptation à la structure des bâtiments, nous avons respecté les budgets. Les résultats sont là. Plus de 60% des étudiants logés ont souscrit au service. Le taux de satisfaction est plus qu'honorable. Il nous reste à assurer la pérennité du projet, ce qui dans une administration est toujours délicat (peu de crédit, pas de personnel).

10 Remerciements

M'ont accompagné au CROUS sur ce projet, bien sûr pas à plein temps:

- Pascal BONNET et son équipe technique,
- Deux stagiaires de Licence Pro de l'IUT de Limoges : Patrick PERRONY et Jean Charles DROST,
- Deux apprentis élève de CS2I de 3IL de Limoges qui se sont succédés au CROUS : Florent AUBRAY et Sylvain LALOZE,
- Sébastien TARRAUD.

Bien d'autres personnes ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce projet; personnel de l'Université de Limoges ou d'ailleurs.

Je les en remercie.

Bibliographie et Références

[1] Xavier CARCELLE Réseaux CPL par la pratique Eyrolles 2006

[2] CPL

<http://www.cpl-france.org>

<http://www.plcforum.org>

<http://www.intellon.com>

<http://www.ds2.es>

<http://www.spidcom.com/>

<http://www.corinex.com>

<http://www.leacom.fr>

<http://www.edev-cpl.com>

[3] CATV

<http://www.cablemodem.com>

<http://www.davic.org>

<http://fracarro.fr>

[4] ADSL

<http://perso.orange.fr/wallu/>

<http://www.zyxel.fr/>

<http://cxr.anderson-jacobson.com>

