ARCHITECTURE ET COMPOSANTS DE RESEAUX

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la description des matériels et normes disponibles pour un administrateur afin d'effectuer le déploiement d'un réseau local ou non.

Les documents utilisés sont issus de la société Transtec et de leur serveur www.transtec.fr sur lequel on trouvera d'ailleurs la gamme complète des prix.

1 - 10MBIT/S ETHERNET

Le câblage Ethernet

La particularité d'Ethernet réside dans l'utilisation d'une seule ligne de communication par de nombreuses stations sans qu'aucune ne contrôle l'accès. C'est le protocole CSMA/CD. L'accès se fait de la manière suivante :

- détection d'activité sur le câble et en l'absence d'activité émission (Carrier Sense),

- si une station émet en même temps (Multiple Access), une collision est détectée (Collision detect),

Dans le cas de collision, il y a émission d'octets de bourrage (signal jam) afin que toutes les stations puissent prendre connaissance du problème. La station réémet au bout d'un temps aléatoire qui est de plus en plus long si les collisions persistent.

On appelle transceiver le boîtier qui permet de raccorder la station au réseau Ethernet en fonction du support (par exemple AUI 15 points -> coaxial).

Le 10Base5 ou Ethernet gros permet d'effectuer des tronçons d'au plus 500m en coaxial comportant au plus 100 transceivers. Chaque station est connectée au transceiver par la prise AUI. Il existe des transceiver multi-ports.

Le 10Base2 ou Ethernet fin est moins coûteux. L'intérêt est que les stations sont souvent livrées avec l'équipement. Son inconvénient majeur est une limitation à 185m et un nombre de transceiver de 30.

Le 10Base-T ou Ethernet paire torsadée est très important dans la mesure où il universel et s'il est de bonne qualité permet de supporter d'autres technologies (FDDI, ATM, ...). Les câblages doivent être de catégorie 3 au minimum et si possible 5. Le câble ne doit pas dépasser 100m. Il a habituellement à son extrémité un répéteur multiport 10Base-T.

Le 10Base-F fibre optique est principalement utilisé pour des liaisons point-à-point entre des ponts, répéteurs et commutateurs.

Les équipements sont en général muni d'une carte Ethernet (en standard 10-base T) ou d'une prise AUI (interface 15 points DB15). Dans ce dernier cas, un transceiver permet le raccordement.

Les répéteurs

Il est possible de relier deux segments Ethernet par l'intermédiaire d'un répéteur. Un répéteur est un amplificateur qui à plusieurs connexions au réseau. Par exemple un hub est un répéteur muni de 8 ports au minimum. Un répéteur travaille au niveau de la couche 1 : dès qu'il reçoit les premiers bits d'une trame, il transmet sur toutes ses sorties. Dans un segment, un répéteur compte pour une station. Des segments Ethernet raccordés par des répéteurs ne peuvent pas contenir de boucle (topologie en bus). La règle suivante sur le nombre dite règle 5-4-3 doit être respectée :

- entre deux stations, qui souhaitent dialoguer, il ne peut y avoir que deux répéteurs en l'absence d'autres équipements,
- un chemin de transmission contient au plus 5 segments dont 2 sont des liaisons point-à-point,
- sur un chemin de transmission il y a au plus 4 ports de répéteurs.

Cette dernière restriction a amené à la réalisation d'empilement de répéteurs interconnectés par un bus afin de ne comptabiliser qu'un seul répéteur.

Les ponts et commutateurs

Les ponts permettent d'étendre les possibilités du LAN : nombre de stations, distance, confidentialité, taux de défaillance. Un pont multiport est appelé commutateur (switch). Ils permettent également d'optimiser les débits. Les ponts sont des ordinateurs complets travaillant au niveau de la couche 3 et sont souvent multiprotocoles. Un pont reçoit les trames circulant sur les segments raccordés, les analyse. Il récupère ainsi les numéros Ethernet des stations actives sur un segment. En fonction du destinataire, il émet ou rejette la trame. Un pont compte comme une station sur chaque segment. On mesure la qualité d'un pont par son taux de filtrage et son taux de transfert. La maximum théorique de ces deux quantités est14 880 paquets de 64 octets par seconde. Les commutateurs Ethernet existe deux types de retransmission :

- « on-the-fly » de transmet les trames mêmes si elles sont erronées,
- « store-and-forward » (norme IEEE) transmet les trames après vérification du CRC.

CISCO et 3COM ont développé des commutateurs Ethernet qui en fonction du taux d'erreur adopte la transmission la plus appropriée.

Les commutateurs fast-IP travaillent au niveau du routage IP pour les premiers paquets puis pour les suivants au niveau 2.

La solution à retenir pour une augmentation efficace des débits des sous-réseaux reste la réalisation de segments fédérateurs à grande vitesse par exemple FDDI (100Mb/s),

ATM(155Mb/s) ou Ethernet 100base-T (100Mb/s), Gigabit Ethernet (1Gb/s). Elle est souvent plus souple notamment pour les grands réseaux.

Les routeurs

Contrairement aux ponts, les routeurs peuvent travailler au niveau de la couche 3 pour réaliser des topologies très différentes. Ils ne sont nécessaires que si les communications se passent entre des stations de réseau différent. Ils garantissent une meilleure isolation puiqu'ils ne transmettent pas les messages broadcast. Les routeurs sont en général multiprotocoles et leur gestion se fait par SNMP. Ils peuvent être dotés d'interfaces LAN (Token Ring, Ethernet, FDDI, ATM, …), d'interfaces WAN synchrone ou asynchrone, d'une interface BRI pour Numeris. La mise à jour des logiciels se fait en général par réseau vers une mémoire flash. Certains constructeurs proposent un accès alternatif par RTC sur le routeur en cas de gros problème. De plus en plus de constructeurs proposent la fonction compression de données. Ces compressions sont propriétaires.

Les passerelles

Les passerelles recouvrent les sept couches OSI. Elles sont nécessaires pour changer de protocoles par exemple passer d'IP à Appletalk. Les passerelles sont parfois uniquement une solution logicielle.

2 – FDDI – Fiber Distributed Data Interface

Contrairement à son intitulé, FDDI passe aussi bien sur de la paire torsadée non blindée que sur de la fibre optique. La fibre optique multimode permet des segments de 2 km, celle monomode 40 km mais seulement 100m en paire torsadée. La différence entre fibre monomode et multimode réside dans leur diamètre et dans la précision et donc le coût des cellules d'émission. FDDI utilise un protocole d'accès à jeton avec équilibrage des temps d'émission. Lors de l'initialisation, le temps (TTRT) maximal de rotation du jeton est fixé. Chaque station mesure le temps de rotation effectif (TRT). Le temps réservé à l'émission est la différence entre les deux valeurs. Toute trame émise ne sera retirée que par l'émetteur.

FDDI a une topologie double anneau qui ne doit pas dépasser 100 km et de débit 100Mb/s. Les stations ont en général deux ports sur le réseau (Dual Attachment Station), si elles sont attachées par un point simple (SAS), elles le sont via un concentrateur. On peut ainsi par cascade de concentrateurs (hubs intelligents) formé une structure arborescente.

On peut interconnecter de l'Ethernet avec du FDDI par un pont ou un routeur. FDDI est quand même une technologie en perte de vitesse à cause de son coût élevé et de la concurrence importante du 100Mb/s Ethernet.

2 – 100 BASE-T, Ethernet rapide

C'est un réseau à grande vitesse (100Mb/s) supportant une migration simple à partir des réseaux existants et principalement le 10Mb Ethernet. De fait les fonctionnement sont identiques seul les câbles, répéteurs modifient les caractéristiques du réseau.

Le 100 base-T utilise le protocole d'accès CSMA/CD. Par suite il n'est pas performant pour des applications multimédia à bande passante définie. L'interface physique est le MII (Medium Independent Interface) parfois incompatible avec le transceiver. Les stations sont raccordées par une interface réseau (NIC) qui supporte également le 10Mb/s.

Les répéteurs

Ils sont de deux classes : classe I, la plus ancienne, et classe II. Les premiers ont un temps de retardement bien plus important (0,7 µs) que les seconds (0,4 µs). La règle 3-4-5 est modifiée : le lien inter-répéteur ne peut pas dépasser 5m, entre deux stations il y a au plus un répéteur. La distance de chaque segment dépend de la qualité du répéteur, en classe 2 :

- paire torsadée : 200m,
- fibre optique : 320m.

Ces distances faibles pour du haut débit font que cet Ethernet est difficile à configurer pour des réseaux étendus.

Au niveau du câblage on distingue :le 100BASE-TX (2 paires), 100BASE-T4 (4paires), 100BASE-FX (fibre optique mononode ou multinode).

3 – 1000BASE-T, Ethernet gigabit

ATM nécessitant de nouveaux équipements et câblages et sa normalisation n'étant pas encore fini, un groupement de 100 constructeurs s'est formé pour allier Ethernet et Gigabit : 24 d'entre eux ont montré que ces produis peuvent maintenant interropérer. Le protocole d'accès est toujours CSMA/CD mais des éléments de qualité de service sont mis en œuvre à travers le protocole RSVP. Les longueurs limite en monomode seront de l'ordre de 3000m.

L'avantage est que la migration s'effectue en douceur mais l'inconvénient est que la signalitique n'est pas complètement normalisée.

4 – ATM

Les futures applications demanderont une bande passante en augmentation constante avec un trafic très hétérogène (voix, données, images). De plus, les utilisateurs souhaiteront comme par le passé payer suivant la qualité de service qu'ils demandent. Les réseaux ATM (Asynchronous Tranfer Mode) permettent justement de garantir cette qualité de service indépendamment des caractéristiques du service transporté : l'utilisateur a la possibilité à la connexion de donner ces paramètres de service.

Ce protocole a été développé par tous les opérateurs depuis 1982 et en particulier en France au CNET sous le nom de ATD. Il est normalisé sur les trois couches : physique, liaison, réseau.

L'ATM transporte un flot continu de cellules de taille fixe comportant 5 octets d'en-tête et 48 octets d'information. Le réseau est de type orienté connexion. Tout paquet est donc fragmenté en cellule de 53 octets. La petite taille des cellules permet de

- ne pas gaspiller de place,
- d'optimiser temps de transfert et temps d'insertion des données.

Exemple :

sur un réseau ordinaire orienté connexion disposant d'un lien à 240 octet/s, le temps de propagation d'un paquet de 240 octets à travers 2 commutateurs est 2s, il ne sera que de 1,4s sur ATM.

Ce réseau est conçu sous une hypothèse de bon fonctionnement c'est à dire que les cellules ne sont jamais réémises. Le réseau doit donc avoir un faible taux d'erreur (fibre optique 10^{-12}) et un CRC simple (10 bits par cellule).

Il permet de nouvelles applications

- téléphone : temps de latence fixe (<400ms), faible taux de perte, débit constant
- télévision : bande passante élevée (5Mb/s), temps de latence fixe (<100ms), taux d'erreur faible($<10^{-5}$), multicast.

Dans un réseau ATM, on appelle switch les routeurs. Les interface réseau utilisateur (UNI) sont les liens du réseau vers les équipements terminaux, les noeud d'interface réseau (NNI) sont les liens entre switch.

Le modèle ATM comporte 3 couches :

- physique : adaptation à l'environnement de transmission,
- ATM- liaison : acheminement de cellules par multiplexage et commutation des cellules,
- ATM adaptation : adaptation par type du flux d'informations à la structure des cellules.

On trouvera Figure 1, le fonctionnement ATM pour l'émulation de réseau local.

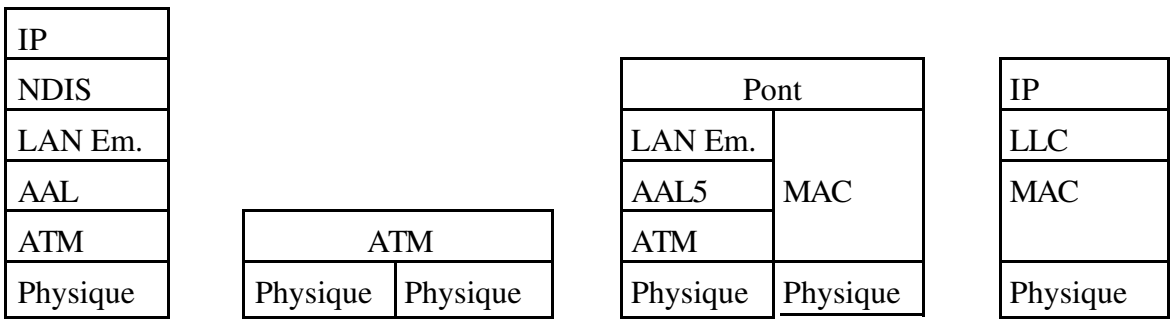

Figure 1. Emulation LAN IP sur ATM.

La couche adaptation

Cette couche fragmente les paquets en cellule et les réassemble en fin de circuit. Il existe 4 classes d'adaptation.

La classe A désigne un débit en bit constant (Constant Bit Rate - CBR ou AAL1). Elle présente un service orienté connexion.

La classe B désigne un débit en bit variable (Variable Bit Rate - VBR ou AAL2). Elle présente un service orienté connexion et fixe une limite pour le délai d'acheminement.

La classe C désigne un service orienté connexion pour les données (Connection-oriented Data Service - CDS ou AAL3/4). Il s'agit d'un service orienté connexion sans limite de délai d'acheminement.

La classe D désigne un service datagramme (Connectionless Data Service - AAL5).

Les qualités de service sont fixées au niveau de cette couche. Ce sont les paramètres suivants :

PCR : Peak cell rate,
vitesse maximum de transfert côté utilisateur

SCR : Sustained cell rate,
vitesse moyenne mesurée sur un intervalle de temps long

CLR : Cell loss ratio
pourcentage de pertes de cellules acceptables

CTD : Cell transfer delay
temps maximum passé entre les NNI

CDV : Celle delay variation
variance du CTD

BT : Burst tolerance
nombre maximum de cellule pouvant être transmises alors que le SCR est dépassé

MCR : Maximum cell rate
vitesse minimum souhaitée par l'utilisateur

La couche ATM et la couche physique

Cette couche est responsable de l'acheminement de bout en bout du flot de cellules. Elle transmet éventuellement des cellules vides. C'est elle qui gère les paramètres de qualité de service et donc en particulier les problèmes d'engorgement.

Les formats des cellules diffèrent sur les UNI et NNI par l'en-tête. Les 4 premiers bits servent :

- sur les UNI à contrôler le trafic entrant sur le réseau,

- sur les NNI à numéroter les chemins virtuels.

Le reste de l'en-tête sont des informations sur le routage qui changent à chaque switch. Le champ routage du NNI comporte 28 bits ce qui permet de numéroter 268 millions de canaux.

La couche physique définit les tous le signaux et codages nécessaires au transport d'une cellule. Elle s'appuie sur la norme SONET qui définit la structure de transmission synchrone sur fibre optique ainsi que la normalisation ATM sur paire métallique.