

Introduction aux Réseaux - Partie I

- Dans cette partie, nous allons voir
 - Architectures de réseaux
 - Les sept couches OSI
 - Protocoles et Services
 - Réseaux locaux et longue distance
 - Hubs, switches, routers, firewalls

Introduction aux Réseaux

1. Présentation
2. Les supports physiques
3. La couche Ligne
4. Réseaux locaux
5. Réseaux longue distance
6. Interconnexion de réseaux

Origines des réseaux

- Historiquement, les constructeurs d'équipements informatiques
 - Partage de puissance de traitement
 - Echanges de fichiers
- Ultérieurement, notion de réseau de transmission
 - Liaisons téléphoniques et modems
 - Commutations de circuits ou de paquets

Nécessité d'échanger des informations, initialement entre équipements de même type/marque

Solutions « propriétaires » : spécifiques à un constructeurs

IBM SNA (System Network Architecture)

DEC DNA (Digital Network Architecture)

BULL DSA (Distributed System Architecture)

Pour les problèmes de distance : support de transmission téléphonique, équipement de modulation et démodulation

Architectures « propriétaires »



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-4

Systèmes hétérogènes...

Architectures

- La plupart des architectures spécifiaient deux niveaux globaux
 - Les couches supérieurs (Transport à Application)
 - Les couches inférieures (Physique à Réseau)
- Aujourd'hui, on aurait plutôt les deux niveaux suivants
 - Les couches supérieurs (Inter-réseau, Transport et Application)
 - Les couches inférieures (Physique et Ligne)

Deux niveaux globaux

Exemples

Utilisation de X.25 dans SNA

Protocoles de Transport IBM au dessus du protocole Réseau de X.25

Utilisation de TCP/IP sur un LAN Ethernet

Architectures

- Historiquement, chaque constructeur informatique a développé sa propre architecture de réseau
 - IBM : System Network Architecture
 - DEC : Digital Network Architecture
 - BULL : Distributed System Architecture
 - Xerox : Xerox Network System
 - Novell : IPX/SPX
 - APPLE : AppleTalk

Toutes différentes

Obligé d'utiliser des « passerelles »

Transmission de données

- Pour échanger des informations entre des applications distantes, nous avons besoin de deux points
 - Format et codage des informations
 - Fait au niveau des applications
 - Dépend des applications et des structures de données
 - Transmission de données
 - Le déplacement géographique
 - Deux techniques de base
 - Commutation de circuits et commutation de paquets

Ca semble évident aujourd'hui, mais à l'époque...

Commutation de circuits

- Technique de transmission téléphonique
 - Commutateurs téléphoniques
- Etablissement à la demande de circuit de bout en bout, ou circuit fixe
 - Ressource réservée à une communication
 - Circuit dédié

Pour établir un chemin physique de données

Utilisation du réseau téléphonique existant

Invention du Modem dans les années 60

Protocole de fiabilisation des échanges

IBM BSC

Dit protocole de niveau ligne

Utilisation de multiplexeur pour optimiser l'usage des lignes

Multiplexeurs statiques

Multiplexeurs statistiques

Commutation de paquets

- Technique de transmission spécifique aux données
 - Commutateurs de paquets
 - Lignes inter-commutateurs fixe
- Partage des lignes physiques
 - Les paquets contiennent des informations de contrôle
 - Pas de circuit dédié
 - On parle parfois de circuit virtuel

TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-9

Maillage existant

Commutateurs de paquets

Dérivés des multiplxers intelligents

Notion d'adresse réseau

Lignes physiques dédiées, parfois numériques

Protocole de transfert sur le support physique

Protocole de niveau ligne : IBM SDLC, ISO HDLC, CCITT LAP

Protocole de niveau supérieur

Dit de niveau Réseau

Traitement des paquets

Routage, contrôle des transferts de commutateurs en commutateurs

Protocole de bout-en-bout

Dit de niveau Transport

Vérification des paquets livrés par le réseau

Modèle de référence de l'ISO



- International Standard Organization
 - Une sorte de « fédération » des organismes nationaux de normalisation
 - Un effort louable pour s'affranchir des contraintes constructeurs
- Open System Interconnection
 - Modèle de référence de base (Basic Reference Model)
 - Interconnexion de systèmes ouverts

Mise en commun des expériences des fabricants de réseaux

Opérateurs de telecomms, constructeurs informatiques

Scientifiques

Définition des 7 couches du modèle

Physique : transmission physique

Codage du signal, synchronisation, débit, etc.

Ligne : Transfert de blocs sur une ligne physique

Format de trames, adressage

Détection et correction d'erreurs

Contrôle de flux

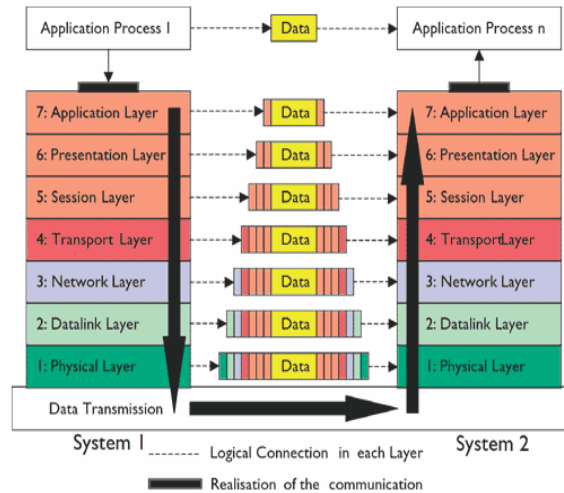
Réseau : Transfert et relais de paquet de ligne en ligne

Adressage, routage, contrôle de congestion

Transport : de bout-en-bout

Adressage applicatif, détection et correction d'erreurs

Modèle de référence de l'ISO



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-11

Session : contrôle des dialogues inter-application

Présentation : représentation des données

Application

Protocoles spécifiques à un problème donné

Exemples : Courrier, transfert de fichiers, accès des BD distantes

Pas réellement implanté

Pourquoi ?

Durée du développement

Complexité

Supports des constructeurs

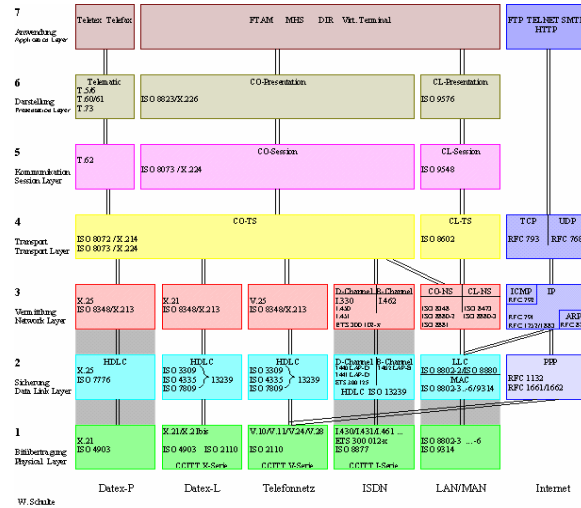
Alternatives nombreuses

Supplanté par TCP/IP

Mais reste un cadre de référence important

Concepts, terminologies

Le Modèle



Protocoles and services définis pour OSI BRM

Protocoles

- Un ensemble de messages parfaitement définis
 - Types de messages
 - Contenus
- Un ensemble de règles de communication
 - Qui peut envoyer quoi, et à quel instant
 - Que faire si...
 - Doit être complet

Quels exemples de protocoles ?

Notions de paquets ou de messages de protocoles

En-têtes de contrôle

Contenu (données utilisateurs)

Services

- Ce que permet de faire un protocole donné
 - Point de vue de l'utilisateur du protocole
 - Notions de « primitives de service »
- Un protocole de niveau $N+1$ s'appuie sur le service de niveau N , réalisé par le protocole de niveau N
 - Le service N doit être bien défini (taux et types d'erreurs, ...)
 - Le service $N+1$ doit lui aussi être défini
 - Ceci permet alors de définir le protocole de niveau N

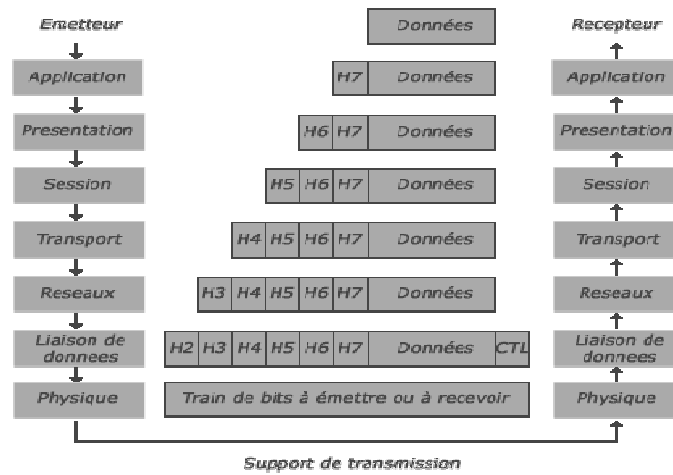
Quels exemples de services ?

Notions de paquets ou de messages de protocoles

En-têtes de contrôle

Contenu (données utilisateurs)

Encapsulation



Cette notion d'encapsulation est la base de tous les systèmes de réseaux

Selon les architectures, le nombre de couches, le format des en-têtes, les fonctionnalités des protocoles peuvent varier. Mais tous les systèmes de réseau respectent ces principes

La couche Physique

- Couche 1 : couche Physique
 - Tout ce qui a trait au transfert (déplacement physique) de 0s et de 1s
 - N'inclut pas le support lui-même
 - Autres normes existantes
- L'unité de données transmise est le bit
 - Codage du signal
 - Synchronisation émetteur/récepteur

Les services de la couche physique sont assez explicites

Implantés sur les modems, les cartes réseaux

La couche Ligne

- Couche 2 : couche ligne, liaison logique, liaison de données
 - Doit améliorer l'utilisation de la couche physique
 - Détection et correction d'erreur
 - Contrôle de flux
- L'unité de données transmise est la trame
 - Format de trame

La ligne logique doit être débarrassée des « inconvénients » de la ligne physique

Taux d'erreur

Transfert de séquences de bits

Une trame inclut des éléments utilisés par les protocoles de niveau Ligne

Adresses

Checksum

Numéro de séquence et d'acquittement

Dépend bien sûr des protocoles

Les trames sont échangées entre deux nœuds « adjacents »

La couche Réseau

- Couche 3 : couche Réseau
 - Permettre le transfert de nœud en nœud jusqu'à une destination
 - Adressage et routage
- L'unité de données transmise est le paquet
 - Avec lui aussi un format donné

Parfois découpée en deux sous-couches

Niveau intra-réseau

Par exemple, un réseau X.25

Niveau inter-réseau

Pour connecter des réseaux entre eux

Par exemple, IP ou IPX

L'objectif est bien sûr de permettre d'atteindre des nœuds non adjacents

La couche Transport

- Couche 4 : couche Transport
 - Adressage applicatif
 - Fiabilisation des échanges
 - De bout-en-bout
- L'unité de données transmise est le message
 - Avec lui aussi un format donné

Le protocole de transport s'exécute sur les deux systèmes distants sur lesquels se trouvent les deux applications qui dialoguent

Objectifs

Adressage applicatif
Détection et correction des erreurs
Contrôle de flux

En règle général, deux versions

Mode connecté, très fiable
Mode datagramme, moins fiable mais plus rapide

La couche Session

- Couche 5 : couche session
 - Synchronisation des dialogues entre applications
 - Notion d'activité
- Le concept est ici au niveau traitement
 - On ne se préoccupe plus de transfert d'informations

Comment synchroniser les traitements effectués par les applications

Exemple d'un dialogue téléphonique

Le téléphone permet de parler « en même temps »

Mais on alterne

Notions de phases de dialogue

Début : présentation des participants, activation des applications

Etablissement de « marques » auxquelles on peut revenir plus tard

La couche Présentation

- Couche 6 : couche présentation
 - Représentation des données échangées
 - Notion de codage
- Il s'agit de faire en sorte que les applications se comprennent, même si elles ont très différentes au niveau implantation
 - Codage des données propre à chaque site

Notion de syntaxe abstraite

Exemple : une feuille de salire

Notion de syntaxe concrète

Représentation des nombres décimaux

Alphabets utilisés

Notion de syntae de transfert

Forme intermédiaire

Applicables théoriquement à tout type de données

Du plus complexe au plus simple

Document, image, film, caractère alphabétique

La couche Application

- Couche 7 : couche application
 - Des protocoles de haut niveau adaptés aux besoins des utilisateurs et des applications s'exécutant sur un ordinateur
 - Dénommés « processus d'application »
- Des tas d'exemples
 - Transfert de fichiers, mails, accès Web
 - Bases de données
 - Login à distance
 - Applications de gestion de réseau

La liste ne peut pas être exhaustive

Notion de « modèle en sablier »

L'architecture ISO

- Le modèle ISO (formellement OSI-BRM : Open System Interconnection – Basic Reference Model) a été long à se mettre en place
 - Norme IS 7498 publiée en 1980
 - Juste le cadre conceptuel
- Les protocoles des différentes couches n'ont pas été développés immédiatement

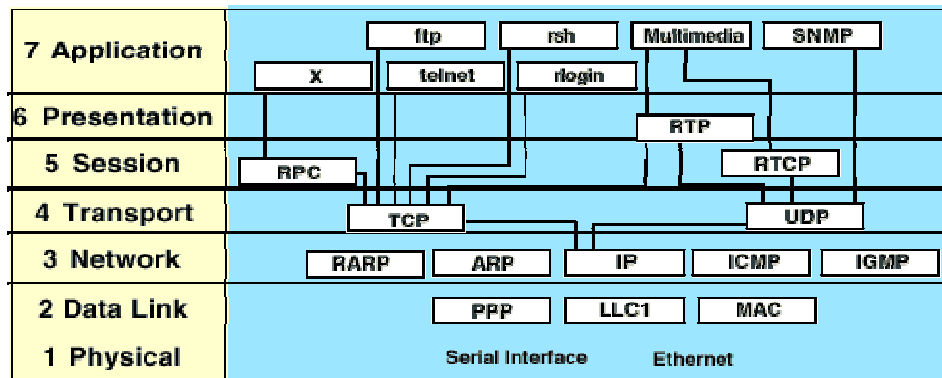
Le processus de création du modèle ISO a été déclenché par les organismes de normalisation afin d'éviter l'incompatibilité des différents types de réseaux

Des réseaux existaient bien sûr avant le modèle ISO

Architecture TCP/IP

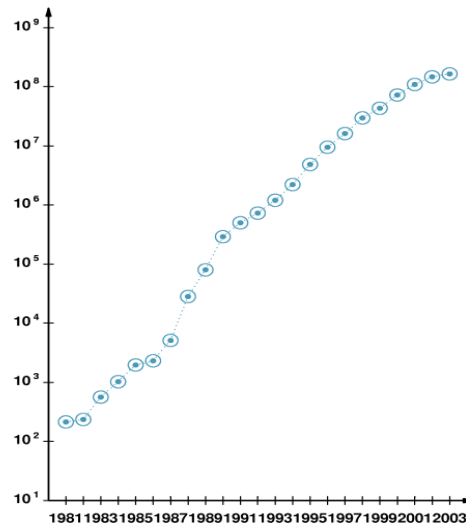
- L'architecture ISO n'a pas été réellement implantée
 - Arrivée trop tardive
- La plupart des constructeurs ont convergé vers TCP/IP
 - Indépendance de TCP/IP vis-à-vis des systèmes (matériels et logiciels) et des types de réseau
 - Diffusion via Internet et Unix
 - Puis plus tard avec Windows et d'autres OS

Architecture TCP/IP



- Internetworking with TCP/IP, 3 volumes, Prentice Hall, Dougla E. Comer
- Computer Networks and Internets with Internet Applications, Douglas E. Comer, 4th ed., 2004
- Site Web : <http://netbook.cs.purdue.edu/> (Figures, photos et animations en ligne)
- TCP/IP Illustrated, 3 volumes, Addison-Wesley, Richard Stevens (3 vol)
- Réseaux locaux et Internet : des protocoles à l'interconnexion, Laurent Toutain, 3ème éd., Lavoisier, 2003
- <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks.nsf/RedbookAbstracts/gg243376.html>
- Réseaux, Andrew Tanenbaum, 4ème éd., Eyrolles, 2003 (chapitres 5, 6 et 7)
- Les réseaux, Principes fondamentaux, Pierre Rolin, Gilbert Martineau, Laurent Toutain, Alain Leroy, Hermès, 1999 (chapitre 8)
- IPv6, Théorie et pratique, Gisèle Cizault, O'Reilly, 4ème éd., 2005
- IPv6: The New Internet Protocol, Christian Huitema, Prentice Hall, 2nd ed., 1997
- TCP/IP - Administration de réseau, Craig Hunt, O'Reilly, 3ème éd., 2002

Internet : le moteur de TCP/IP



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-26

Croissance de Internet

Introduction aux Réseaux

1. Présentation
2. Les supports physiques
3. La couche Ligne
4. Réseaux locaux
5. Réseaux longue distance
6. Interconnexion de réseaux

Supports physiques

- Dépendent des besoins de transmissions
 - Distance, environnement, débit
 - Transmission interne ou externe
- Deux approches principales
 - Filaires (cuivre, optique)
 - Radio

Gammes de débit

De quelques kbps à des dizaines de Gbps, de Tbps

Grande variété pour les usages internes

Cable coaxial, paires torsadées, fibre optique

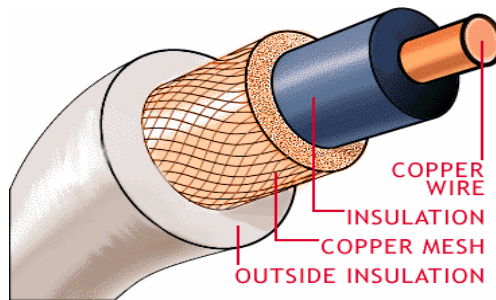
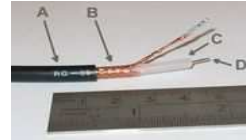
Ondes herziennes (Wifi, Wimax, autres)

Pour les connexions externes, nécessitent les services d'un « opérateur »

Une entreprise (publique ou privée) autorisée à utiliser l'espace public pour transporter des informations

Cable coaxial

- Le support historique de nombreux réseaux
 - Ethernet, lignes IBM
 - Bonne capacité de transfert
 - Bonne tenue face aux interférences



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-29

Dérivé des techniques de TV par câble

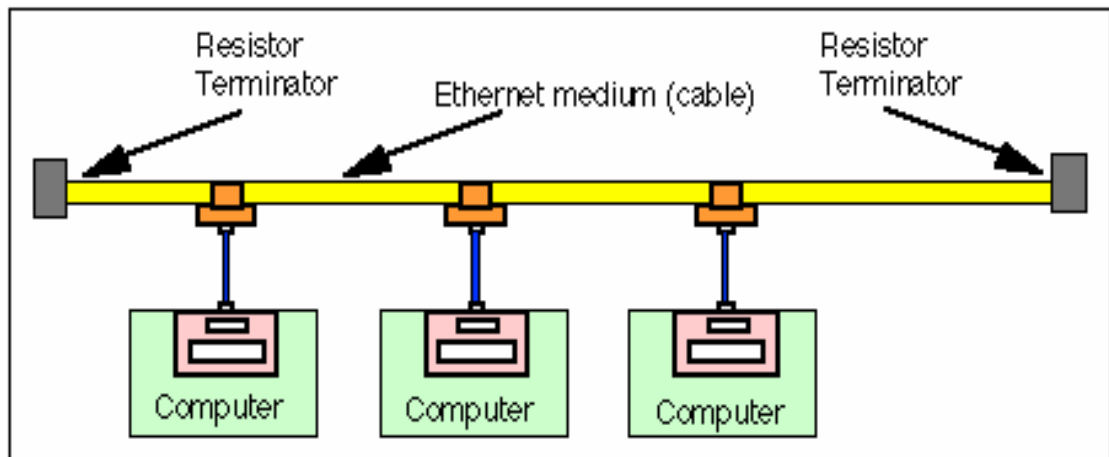
Popularisé par Ethernet historique et IBM

Plusieurs catégories (fin, épais, 50 ou 75 Ω)

Technique de transmission « non différentielle »

Un peu « lourd » en termes de mise en oeuvre

Cable coaxial



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-30

Câble épais ou fin

Quelques spécifications :

RG-58 A/U Brin central constitué d'un unique toron de cuivre

RG-58 A/U Version militaire du RG-58 A/U

RG-58 A/U Torsadé

RG-58 C/U Version militaire du RG-58 A/U

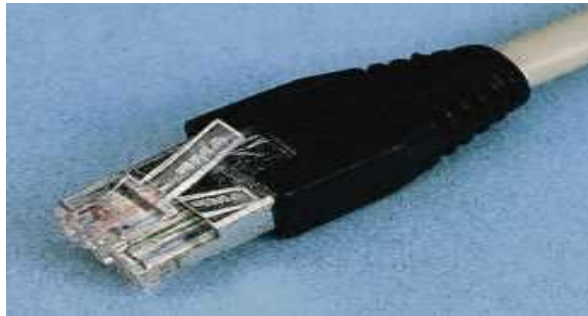
RG-59 Transmission à bande large (Télévision par câble)

RG-6 Diamètre plus large, pour des fréquences plus élevée que RG-59

RG-62 Réseau Arcnet

Paire torsadée

- Dérivée de la téléphonie interne des entreprises
 - Utilisée pour Ethernet et Token Ring
 - Utilisée aussi pour les RNIS des années 80



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

I-31

Transmission « différentielle »

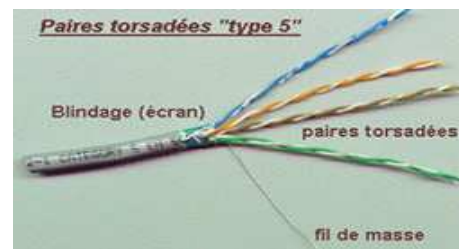
Plusieurs types

Non blindée (UTP), blindée (STP), écrantée (FTP), écrantée blindée (FSTP)

Le support « roi » dans les transmissions relativement courtes (quelques dizaines de mètres)

Paire torsadée

- Selon l'usage, le câblage peut être à revoir
 - Débits actuels : 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps
 - Catégories de 1 à 7



Catégorie 1 : Câble téléphonique traditionnel (transfert de voix mais pas de données)

Catégorie 2 : Transmission des données à 4 Mbit/s maximum (RNIS). Ce type de câble est composé de 4 paires torsadées

Catégorie 3 : 10 Mbit/s maximum. Ce type de câble est composé de 4 paires torsadées et de 3 torsions par pied

Catégorie 4 : 16 Mbit/s maximum. Ce type de câble est composé de 4 paires torsadées en cuivre

Catégorie 5 : 100 Mbit/s maximum. Ce type de câble est composé de 4 paires torsadées en cuivre

Catégorie 5e (enhanced) : 1000 Mbit/s maximum.

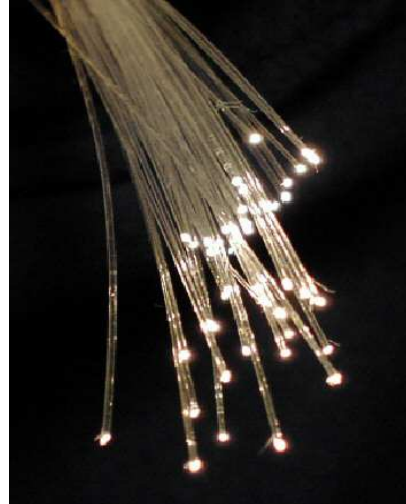
Catégorie 6 : 2,5 Gbit/s maximum.

Catégorie 6a : 10 Gbit/s maximum.

Catégorie 7 : 6 Gbit/s maximum.

Fibre Optique

- Pour aller loin, vite, et sans danger
 - beaucoup d'avantages



Le support « roi » pour les longues distances
faible affaiblissement, haut débit

Aussi utilisé si l'environnement est perturbé
Ateliers, usines

Deux types de fibre :

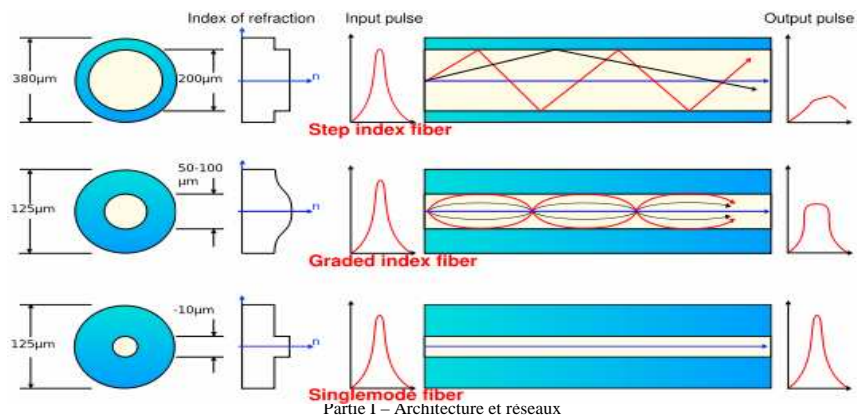
Multimode (MMF : Multi Mode Fiber)

Moins chère, moins rapide

Monomode (SMF : Single Mode Fiber)

Fibre Optique

- Un signal lumineux se propage dans un matériau de type verre
 - Trois types de fibres



Principes de propagation

Réflexion (Saut d'indice, MMF)

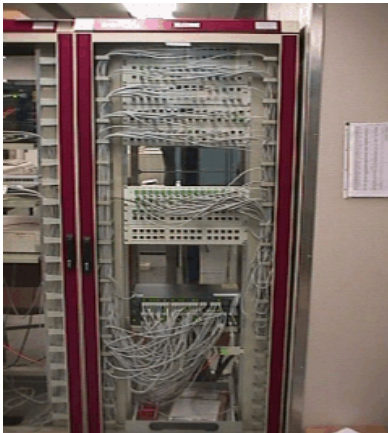
Réfraction (Gradient d'indice, SMF)

Utilisation de diodes ou de lasers

Débits extrêmement élevés : Tbps

Brassage

- L'interconnexion des différents supports
 - un local dédié



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

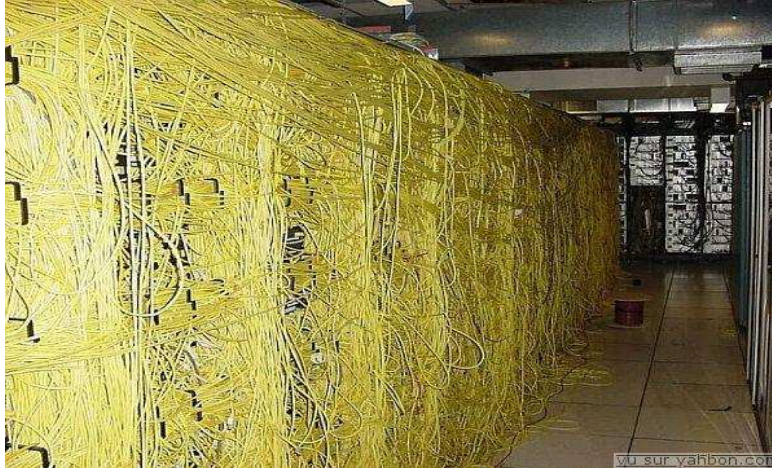
1-35

Les paires torsadées ou les différents câbles convergent vers ce local

Notion de répartiteur

Connexion des supports aux équipements actifs

Brassage (suite)



Transmission Radio

- Le **WiFi**TM (IEEE 802.11) est aujourd'hui un standard important pour le raccordement local
 - Débits variables, de 1 à 104 Mbps
 - Grande variété d'équipements



Pour les usages domestique, ou espaces publics

Domicile, hôtels, aéroports, magasins

Souvent en entreprises

Attention aux problèmes de sécurité

Dans le futur : WIMAX (IEEE 802.16) plus de débit, plus de portée

Introduction aux Réseaux

1. Présentation
2. Les supports physiques
3. La couche Ligne
4. Réseaux locaux
5. Réseaux longue distance
6. Interconnexion de réseaux

Couche Ligne

- La couche ligne doit régler des problèmes liés à la transmission sur le support physique
 - Trame, détection et correction d'erreurs
 - Dépend bien sûr du type du support (fiabilité, débit)
- Deux catégories
 - Mode datagramme, sans correction d'erreurs
 - Mode connecté, avec sous sans correction d'erreur

Protocoles historiques

IBM BSC, ou Bisync

DEC DDCMP

IBM SDLC

ISO HDLC

CCITT LAP, LAPB

Protocoles modernes

LAP-F

ATM

Ethernet

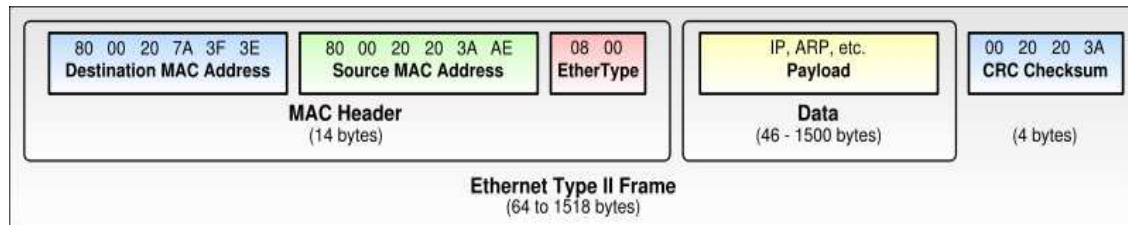
PPP

Logiciels mis en œuvre sur deux équipements « en visibilité directe »

Directement connecté par un support

Notion de frame

- Exemple de frame Ethernet



Frame = bloc de données structuré

Contient un en-tête de contrôle, parfois un « trailer »

Les données sont « transparentes »

Ethernet : pur datagramme

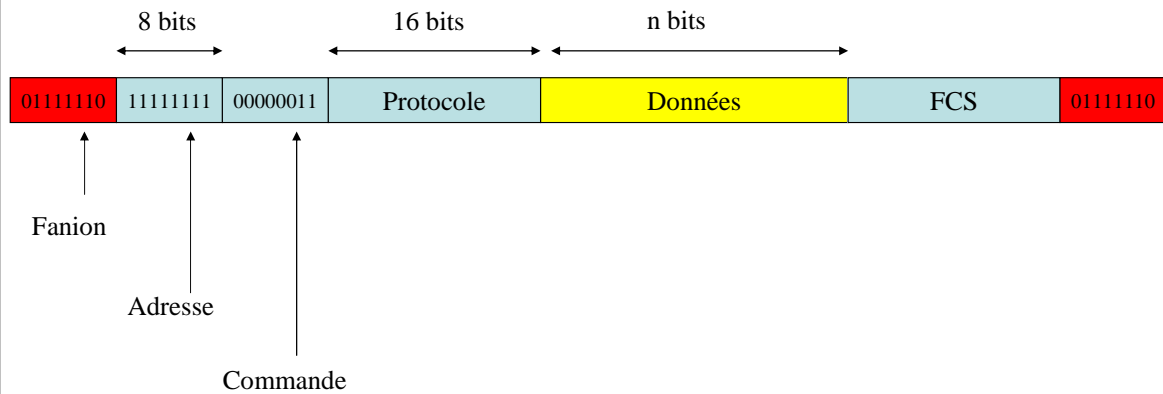
- Détection d'erreur seulement

- pas de connexion de déconnexion de contrôle

- pas de retransmission en cas d'erreur

Notion de frame

- Exemple de frame PPP



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-41

Protocole : identifiant de la charge

0021 IP

0029 AppleTalk

002B IPX

8021 IP-NCP

C021 LCP

PPP : mode connecté simple

Etablissement de connexion, avec authentification éventuelle

Négociation des caractéristiques des échanges

Sélection des protocoles transportés : par exemple IP

échanges de paramètres si nécessaires

Nombreuses variantes

PPPoE, PPPoA

Protocoles de niveau Ligne

- Historiquement, des protocoles « orientés connexion »
 - Trois phases
 - Etablissement de connexion, négociation de paramètres
 - Utilisation (transfert des données)
 - Terminaison de connexion
 - Fiabilisation des échanges
 - Détection d'erreurs par CRC, correction par retransmission
 - Contrôle de flux

Exemples

BSC d'IBM, DDCMP de DEC

SDLC d'IBM

HDLC de l'ISO

LAP-X du CCITT

PPP de l'IETF

Protocoles de niveau Ligne

- Les protocoles de niveau ligne restent souvent orientés connexion
 - Toujours les trois phases
 - La phase d'établissement intègre souvent des aspects authentification et paramétrage
- Les aspects fiabilisation sont de plus en plus limités
 - Parfois aucune détection d'erreur
 - Quasiment plus de correction par retransmission

Intérêts de cette approche

Moins de temps passé à traiter chaque trame

Donc débits plus élevés

Possible si les supports sont fiables

Exemples

PPP ou LAP-F : détection sans correction d'erreur

ATM : détection d'erreurs sur les en-têtes seulement

Protocoles de niveau Ligne

- Pour les réseaux locaux
 - Mode datagramme
 - Juste de la détection d'erreur avec les CRC
 - Mécanisme d'adressage plus subtil
 - Niveau divisé en deux : MAC et LLC
- Pas de notion de connexion
 - Exemple typique : Ethernet

Le mode Datagramme est plus rapide et plus simple

Détection d'erreur : élimination des trames

MAC : Medium Access Control

LLC : Logical Link Control

Correction si nécessaire dans les couches supérieures

Introduction aux Réseaux

1. Présentation
2. Les supports physiques
3. La couche Ligne
4. Réseaux locaux
5. Réseaux longue distance
6. Interconnexion de réseaux

Réseaux locaux

- Les réseaux locaux sont la partie visible de l'iceberg
 - La quasi-totalité des postes de travail ou des serveurs sont connectés à des réseaux Ethernet ou Wifi
 - Extrêmement répandus
- Nous allons voir essentiellement
 - Ethernet

Evolution de Ethernet

Du CSMA/CD (mode partagé) au mode commuté

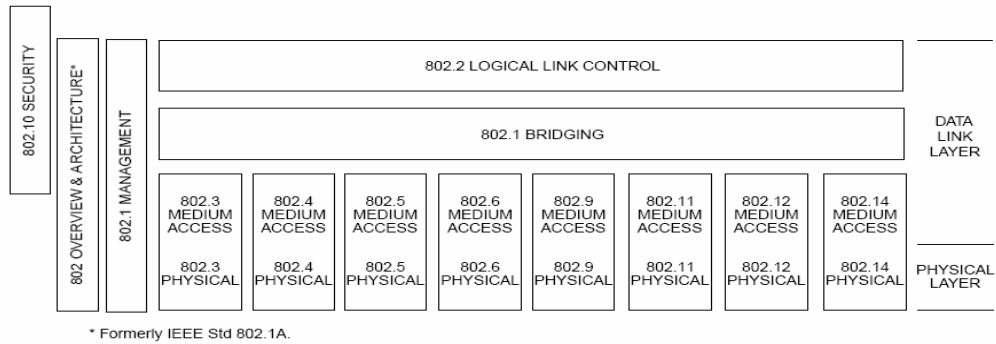
Du câble coaxial à la paire torsadée

L'impact du Wifi

Sans fil

Mobile

IEEE 802



Beaucoup sont aujourd'hui obsolètes

802.3 Ethernet

802.1 bridging et management

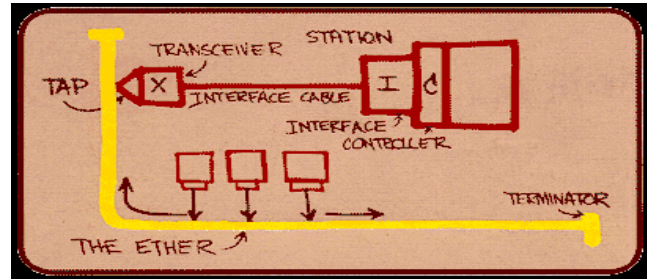
802.2 LLC

802.10 security

802.11 wifi

Ethernet

- Origine : Xerox, avec intel et Digital
 - CSMA/CD : Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
 - Utilisation d'un câble coaxial
- Support partagé
 - Chacun doit parler à son tour
 - Sinon, ce sont des collisions



Fonctionnement du CSMA/CD

Attendre avant de parler

parler tout en vérifiant que la transmission est correcte

En cas de collision, attendre un temps aléatoire et tenter plus tard

En cas de 15 collisions successives, abandon

Partage de la bande passante

Non déterminisme

Dessin supposé être de la main de Robert Metcalfe

Ethernet - Evolutions

- Paire torsadée
 - Plus « flexible »
 - Utilisation de « hubs »
- Commutation
 - De la contention à la commutation
 - Utilisation de « switches »
- Augmentation des débits
 - De 10 Mbps à 100 Mbps, à 1 Gbps et 10 Gbps
 - Utilisation systématique des « switches »



10Base2 : Ethernet mince (thin Ethernet) Câble coaxial (50 Ohms) de faible diamètre
BNC 10 Mb/s 185m

10Base5 : Ethernet épais (thick Ethernet) Câble coaxial de gros diamètre (0.4 inch)
Transceiver 10Mb/s 500m

10Base-T : Ethernet standard Paire torsadée (catégorie 3) RJ-45 10 Mb/s 100m

100Base-TX : Ethernet rapide (Fast Ethernet) Double paire torsadée (catégorie 5) RJ-45
100 Mb/s 100m

100Base-T : Ethernet rapide (Fast Ethernet) Double paire torsadée (catégorie 5) RJ-45 100
Mb/s 100m

100Base-FX : Ethernet rapide (Fast Ethernet) Fibre optique multimode du type
(62.5/125) 100 Mb/s 2 km

1000Base-T : Ethernet Gigabit Double paire torsadée (catégorie 5e) RJ-45 1000 Mb/s
100m

1000Base-LX : Ethernet Gigabit Fibre optique monomode ou multimode 1000 Mb/s 550m

1000Base-SX : Ethernet Gigabit Fibre optique multimode 1000 Mbit/s 550m

10GBase-SR : Ethernet 10Gigabit Fibre optique multimode 10 Gbit/s 500m

10GBase-LX4 : Ethernet 10Gigabit Fibre optique multimode 10 Gbit/s 500m

Voir <http://www.ethermanage.com/ethernet/>

Ethernet historique

- Un support de type coaxial
 - Support partagé par tous
- Une seule transmission à la fois
 - Algorithme MAC implanté par les cartes
 - Technique dite CSMA/CD
- Effondrement du réseau sous forte charge
 - fonctionnement correct à environ 30 % de charge

A l'époque cable coaxial, puis ensuite des hubs

Un médium de communication physiquement partagé

CSMA/CD : Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection

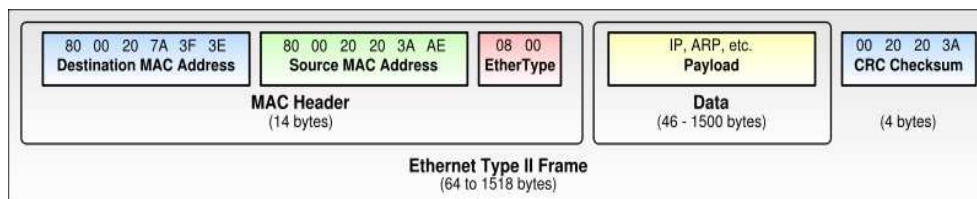
Attendre un silence avant de transmettre

Surveiller la transmission

En cas de collision, arrêter et recommencer

Trame Ethernet

- Définition originelle



Préambule de synchronisation « bit » et « trame »

Non représenté sur ce schéma

Absent pour les réseaux à 100 Mbps et plus

Adresses destination et source

Identification de la charge (champ Type)

Contenu : de 46 à 1500 octets

Checksum très efficace

Adresse Ethernet

- Sur 6 octets : trois octets pour le code constructeur, trois octets pour la carte
 - Codée « en dur » sur la carte
- Deux types d'adresse
 - Adresse individuelle : 1er bit à 0
 - Adresse de groupe : 1er bit à 1
- Deux catégories d'adresse
 - Adresse universelle : 2nd bit à 0
 - Adresse locale : 2nd bit à 1

L'adresse individuelle universelle est définie par le constructeur, et codée sur la carte

Les autres types d'adresses (de groupes ou individuelles, universelles ou non) peuvent être rajoutés sur la carte par logiciel

Unicast, Multicast, Broadcast

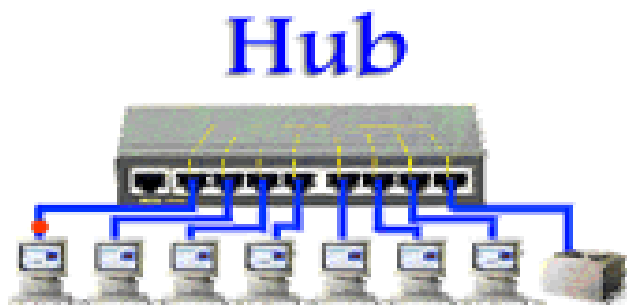
- Une adresse individuelle est Unicast
 - Trame envoyée à une seule station
- Adresse Multicast
 - Permet de définir des groupes
- Adresse de Broadcast
 - FF:FF:F:FF:FF:F
 - Tout le monde sur le LAN

Attention : pénalisation de performances avec le broadcast

Comment fonctionne la réception

1. Reconnaissance de l'adresse destination
2. Recopie en mémoire de la trame par la carte
3. Interruption du processeur
4. Activation du pilote de la carte
5. Récupération de la trame
6. Analyse du champ Type
7. Activation du protocole concerné

Ethernet et les hubs



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-54

Avec les hubs

- Portée limitée

- Débits de 10 ou 100 Mbps

- Notion de domaine de collision

- Bande passante partagée

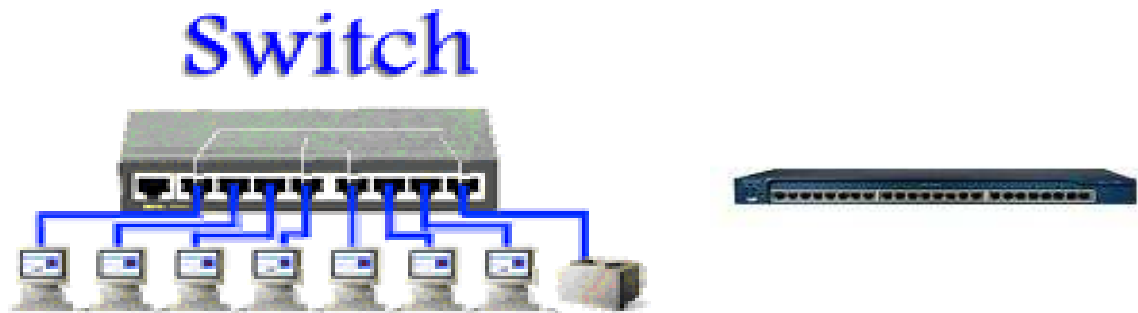
Pontage

- Un équipement à deux interfaces
 - Processeur, mémoire, logiciel
 - « Coupe en deux » le réseau
- Mémorisation des trames reçues
 - Analyse et localisation des adresses sources
 - Retransmission des trames vers la destination si nécessaire
- Plus de diffusion physique
 - Mais le broadcast ou le multicast reste réalisable

Pont ou bridge

Aujourd'hui : commutateur ou switch = pont multiport

Ethernet et les switches



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-56

Un switch = un pont multiport

Même technique de pontage que les ponts

IEEE 802.1 D

Avec les switches

- Portée virtuellement illimitée

- Mélange 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps

- Notion de domaine de diffusion

- Bande passante dédiée

Intérêt : plus de CSMA/CD, bande passante dédiée

- C'est la mémoire du switch qui « absorbe » les collisions

Autre intérêt : les débits peuvent être différents sur les différents ports

Ethernet moderne

- Paire torsadée catégorie 6 ou 7
 - Plus de câble coaxial
 - Raccordement station / switch
- Que des switches
 - Plus de hubs
- Raccordement inter switch avec de la fibre optique si nécessaire

Ethernet à 100 Mbps, 1Gbps, 10 Gbps

Switchs à débits variables

Ports « banalisés » clients

Ports spécialisés serveurs ou interconnexion

Le protocole Spanning Tree

- Une technique mise en œuvre automatiquement par les switches
 - Permet d'avoir des liens redondants dans un réseau Ethernet commuté
- Permet d'éliminer les boucles du réseau
 - Les boucles empêchent la localisation des équipements

Normalisé par l'IEEE 802.1 D

Les switches discutent entre eux à l'aide d'un message spécial

BPDU : Bridge Protocol data Unit

Ils élisent la « racine du réseau »

Les switches comparent les chemins remontant vers la racine

Si deux switches sur le même réseau peuvent remonter vers la racine
par des chemins différents, il y a une boucle

Un seul des deux jouera le rôle de switch

L'autre reste en standby

En cas de pannes, l'absence des BPDUs d'un voisin provoque une reprise de l'algorithme

Reconfiguration en quelques dizaines de secondes à peu près

Variante sur un grand réseau : le Rapid Spanning Tree

IEEE 802.1 w

Intégré dans 802.1 D en 2004

Reconfiguration en quelques secondes à peu près

A voir : <http://www.cisco.com/warp/public/473/146.html>

Réseaux Locaux Virtuels

- VLAN : Virtual LAN
 - Implantés sur les switchs
 - Réalisation de réseaux locaux isolés avec les mêmes équipements
- Possibilité de communication par routage
 - niveau 3
- Extrêmement répandu
 - Limitent les domaines de diffusions
 - Séparent les trafics

Pour faciliter la configuration et le déploiement de réseaux distincts

Au départ, techniques propriétaires

Aujourd'hui, normalisation IEEE 802.1Q

A voir :

<http://net21.ucdavis.edu/newvlan.htm>

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/lan/c2900xl/29_35xu/scg/kivlan.htm

Configuration de VLANs

- Par port
- Par adresse MAC
- Par protocole
- Par adresse de protocole

Chaque technique a ses avantages et inconvénients

Par port :

Par adresse MAC :

Par protocole :

Par adresse de protocole :

Protocole IEEE 802.1Q

- Modification du format de la trame Ethernet lors des échanges entre switches
 - Indique quel VLAN est concerné
 - Inclut aussi un niveau de priorité
- L'en-tête de la trame Ethernet est modifié
 - Le champ Type indique 0x8100
 - Puis le « tag » 802.1Q est codé sur 16 bits
 - Les deux octets suivants identifient le contenu de la trame

3 bits de priorité, 1 bit de format (à 0 sur Ethernet), 12 bits d'identification de VLAN

Les bits de priorité sont utilisés dans le cadre de la QoS sur Ethernet, pas pour les VLANs à proprement parler

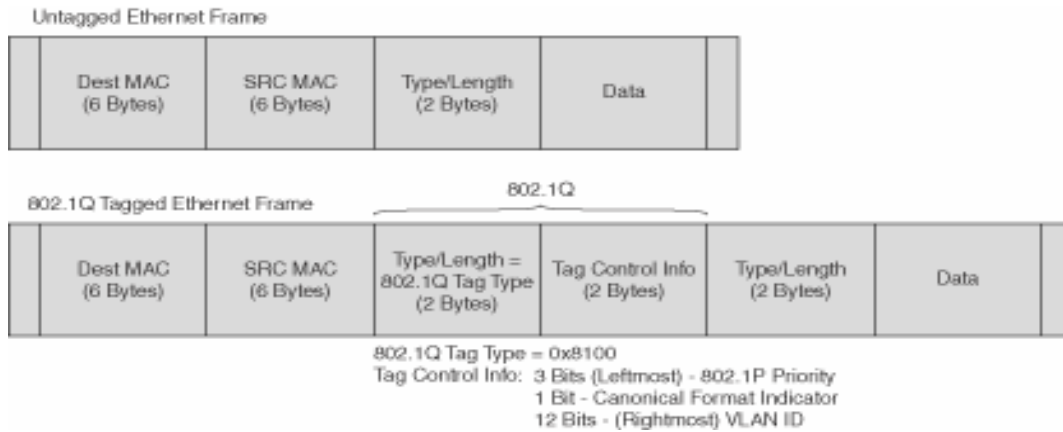
D'autres aspects importants existent

Echange d'informations relatives aux VLANs entre les switches

Protocole GVRP : GARP VLAN Registration Protocol

GARP : Generic Attribute Registration Protocol

Tag IEEE 802.1Q/P VLAN

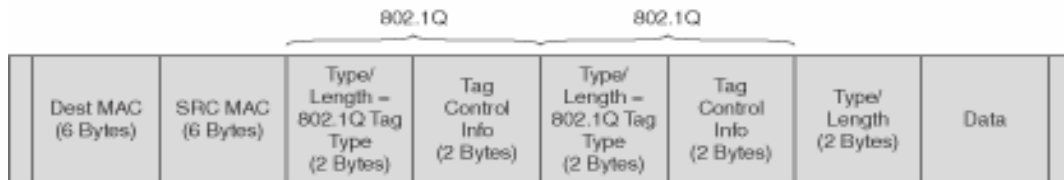


Les tags sont parfois « empilées »

Les bits de priorité (« p bits ») sont définis dans IEEE 802.1P

Q-in-Q

802.1Q-in-802.1Q (Q-in-Q) Tagged Ethernet Frame



Protocole IEEE 802.1Q

- Un pilote de carte « normal » ne connaît pas ce format
- Un pilote « VLAN aware » sait gérer ce format
- Une station peut appartenir à plusieurs VLANs aisément si le pilote est 802.1Q

La plupart des pilotes récents savent fonctionner comme cela

Très efficace pour les aspects sécurité en rapport avec les VLANs

Réseaux sans fils IEEE 802.11

- Une norme IEEE
 - Le terme Wifi est adapté de la « Wifi Alliance », consortium de fournisseurs
- Parfois injustement appelé Ethernet sans fil
 - C'est du CSMA/CA (Collision Avoidance) pas du CSMA/CD
- Très développé

De plus en plus utilisé

Usage domestique

Hot spot publique

Hôtels, aéroports

Entreprises

Gros problèmes d'efficacité et de sécurité

IEEE 802.11

- Un ensemble de normes gérant
 - Les modes de fonctionnement (ad-hoc/infrastructure)
 - Les débits (de 1 à 108 Mbps)
 - Les fréquences utilisées, les techniques de codage du signal
 - Le protocole MAC (CSMA/CA)
 - La portée
 - Les aspects régionaux (USA, Europe, Japn)
 - Les aspects sécurité

802.11a La norme 802.11a (baptisé *WiFi 5*) permet d'obtenir un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels). La norme 802.11a spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquence des 5 GHz.

802.11b La norme 802.11b est la norme la plus répandue actuellement. Elle propose un débit théorique de 11 Mbps (6 Mbps réels) avec une portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres dans un environnement dégagé. La plage de fréquence utilisée est la bande des 2.4 GHz, avec 3 canaux radio disponibles.

802.11c Pontage 802.11 vers 802.1d La norme 802.11c n'a pas d'intérêt pour le grand public. Il s'agit uniquement d'une modification de la norme 802.1d afin de pouvoir établir un pont avec les trames 802.11 (niveau *liaison de données*).

802.11d La norme 802.11d est un supplément à la norme 802.11 dont le but est de permettre une utilisation internationale des réseaux locaux 802.11. Elle consiste à permettre aux différents équipements d'échanger des informations sur les plages de fréquence et les puissances autorisées dans le pays d'origine du matériel.

IEEE 802.11

- Les normes doivent être respectées pour assurer l'interfonctionnement des équipements de provenances diverses
 - But de la Wifi Alliance
 - Wi fi : wireless Fidelity

802.11e La norme 802.11e vise à donner des possibilités en matière de qualité de service au niveau de la couche liaison de données. Ainsi cette norme a pour but de définir les besoins des différents paquets en terme de bande passante et de délai de transmission de telle manière à permettre notamment une meilleure transmission de la voix et de la vidéo.

802.11f La norme 802.11f est une recommandation à l'intention des vendeurs de point d'accès pour une meilleure interopérabilité des produits. Elle propose le protocole Inter-Access point roaming protocol permettant à un utilisateur itinérant de changer de point d'accès de façon transparente lors d'un déplacement, quelles que soient les marques des points d'accès présentes dans l'infrastructure réseau. Cette possibilité est appelée itinérance (ou roaming en anglais)

802.11g La norme 802.11g offre un haut débit (54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels) sur la bande de fréquence des 2.4 GHz. La norme 802.11g a une compatibilité ascendante avec la norme 802.11b, ce qui signifie que des matériels conformes à la norme 802.11g peuvent fonctionner en 802.11b

802.11h La norme 802.11h vise à rapprocher la norme 802.11 du standard Européen (HiperLAN 2, d'où le h de 802.11h) et être en conformité avec la réglementation européenne en matière de fréquence et d'économie d'énergie.

IEEE 802.11

- Mode ad-hoc ou infrastructure
 - Ad-hoc : de Poste à Poste, sans Point d'accès
 - Infrastructure : un point d'accès est connecté au reste du réseau
 - Par exemple, un switch ethernet

802.11i La norme 802.11i a pour but d'améliorer la sécurité des transmissions (gestion et distribution des clés, chiffrement et authentification). Cette norme s'appuie sur l'AES (Advanced Encryption Standard) et propose un chiffrement des communications pour les transmissions utilisant les technologies 802.11a, 802.11b et 802.11g.

802.11Ir La norme 802.11r a été élaborée de telle manière à utiliser des signaux infrarouges. Cette norme est désormais dépassée techniquement.

802.11j La norme 802.11j est à la réglementation japonaise ce que le 802.11h est à la réglementation européenne.

Mode infrastructure

- Dans ce cas, le point d'accès est un « pont » vers le réseau local
 - Fonctionne comme un switch ethernet/802.11
 - Attention, pas comme un routeur
 - Commutation de trames au niveau 2
 - Les adresses MAC wifi et ethernet sont identiques
- Le point d'accès peut être intégré dans un routeur
 - Exemple: accès Ethernet /wifi, routé vers ADSL

Etat de la technologie

108 Mbps

Attention, débit partagé

L'interface de prédilection des routeurs ADSL

Commutation : Niveau 2

- La commutation vue jusqu'ici est basée sur les adresses IEEE
 - Communes à tous les réseaux locaux IEEE
 - Donc à Ethernet et Wifi
- C'est un mécanisme de niveau ligne
 - Niveau 2 du modèle ISO

A ne pas confondre avec les routeurs

Au niveau 3

Nécessite un protocole de niveau 3 (Par exemple IP)

Introduction aux Réseaux

1. Présentation
2. Les supports physiques
3. La couche Ligne
4. Réseaux locaux
5. Réseaux longue distance
6. Interconnexion de réseaux

Réseaux longue distance

- Deux catégories générales
 - Réseaux physiques (RTC, RNIS, liaisons MIC, liaisons spécialisées ou louées, etc.)
 - Services réseaux (X25, Fame Relay, ATM, Internet, MPLS, Ethernet Métropolitain)
- De plus en plus, des services à valeurs ajoutées
 - Qualité de service (ATM, FR, ME, MPLS), sécurité (VPN)

De quoi avons-nous besoin ?

Commutation de circuits et de paquets

- Les réseaux physiques sont des réseaux à commutation de circuit
 - L'objectif est d'offrir une connectivité physique entre deux points distants
 - Analogique ou numérique
- Les services réseaux sont des réseaux à commutation de paquets
 - Pas de connectivité physique directe
 - Equipements internes aux réseaux des opérateurs
 - Switchs, routeurs

RTC / RNIS

- Permet des transferts en mode point à point
 - Autant de connexions physiques (d'abonnement) que de sites à raccorder
 - Fourniture d'un débit physique brut (avec équipement de raccordement : modem, codec)
- Mise en œuvre d'un protocole de niveau ligne sur les deux sites connectés
 - Par exemple PPP
 - Usage typique : connexion de petits sites

RNIS assez utilisé dans les années 80

Débits plus élevés que le RTC

Aujourd'hui, rendu un peu obsolète par ADSL et Internet

Liaisons spécialisées

- Aussi dénommées « liaisons louées »
 - Une longueur, un débit, en point-à-point direct
 - Interface de raccordement
- Parfois très coûteuses
 - Selon la distance et le débit
 - Comparer avec l'approche commutée
 - Aujourd'hui, à comparer avec les autres types de raccordement

X.25

- Vieille technologie encore très présente
 - Connexions inter-calculateurs à faible débit, ou de terminaux à hôtes
 - X.25 est un protocole à trois niveaux (physique, ligne, paquet)
 - Notion de circuit virtuel (voie logique)
- Développé dans les années 70 et 80
 - Liaisons physiques de type téléphonique

Redondance au niveau ligne et réseau

Contrôle d'erreurs sophistiqués

Prévu pour des réseaux physiques de faible débit et de piètre qualité (taux d'erreurs élevé)

Débit typique : moins de 256 kbps

Frame Relay

- Amélioration de X.25
 - Plus de niveau 3 : commutation de trames au lieu de paquets
 - Plus de correction d'erreurs, mais juste détection (élimination des trames erronées, sans avis ni retransmission)
- Adapté à la technologie moderne
 - Lignes de meilleure qualité (faible taux d'erreurs)
 - Ligne de plus haut débit (plus de paquets à traiter)

Pour aller plus vite, moins de traitement par trame reçue

Pour les liaisons physiques optiques

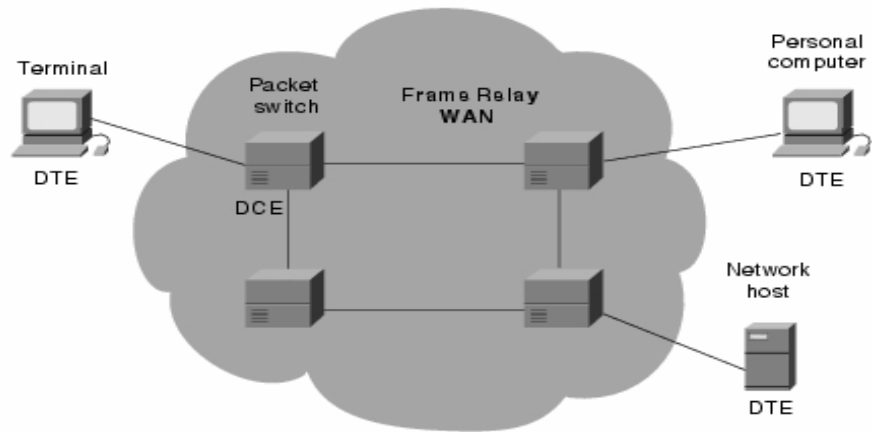
Débit typique : quelques Mbps

Usage typique : connexion de sites de moyenne taille

Permet un certain niveau de garantie de qualité de service

Utilisé pour transmettre de la voix, parfois de la VoIP, parfois du trafic IP général

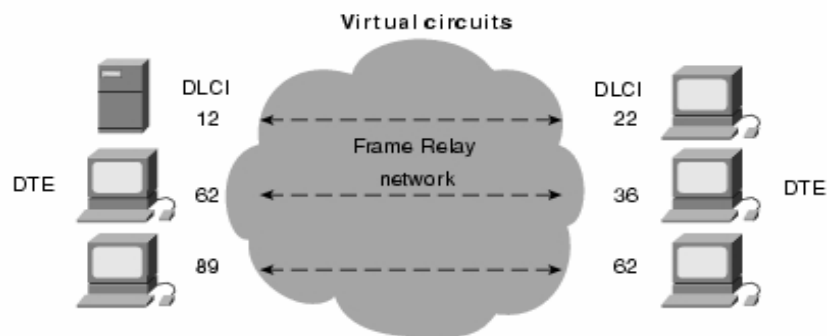
Frame Relay



Encore un protocole d'interface

Frame Relay

- Un protocole avec des circuits virtuels
 - Permanents, établis forfaitairement par l'opérateur
 - La commutation des trames à travers le réseau est réalisée grâce au DLCI



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-79

Les trames échangées par les deux équipements ETTD contiennent un DLCI
Data Link Connection Identifier

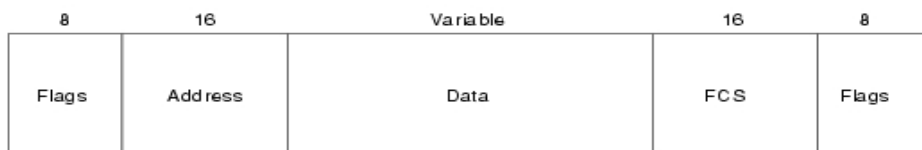
Commutation au niveau 2, pas au niveau 3

Pas de correction d'erreurs

Frame Relay

- La partie adresse contient
 - Un DLCI codé sur 10 bits
 - Trois bits non utilisés la plupart du temps (C/R et EA)
 - 3 bits utilisés pour le contrôle de congestion

Field length,
in bits



FECN : Forward explicit Congestion Notification

BECN : Backward Explicit Congestion Notification

DE : Discard Eligible

Service Frame Relay

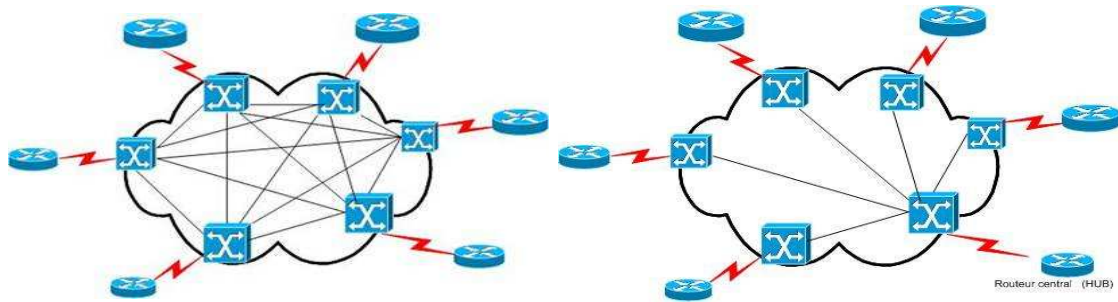
- L'opérateur offre deux débits
 - CIR : Committed Information Rate
 - Débit garanti
 - EIR : Excess Information Rate
 - Non garanti
- L'opérateur gère son réseau et ses ressources
 - En respectant le CIR des abonnés
 - En exploitant la bande passante non utilisée pour offrir, quand cela est possible, l'EIR aux abonnés qui le demandent

Un service Frame Relay est souvent utilisé pour remplacer une infrastructure à base de liaisons fixes

Plus souple, plus évolutif

L'abonné indique les trames qui pourraient être rejetées en cas de congestion (Bit DE = 1)

Exemples de topologie



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-82

Tirés de <http://www.labo-cisco.com/ArticleComp.asp?ARID=55>

La topologie « totalement maillée » pourrait constituer un réseau IP d'interconnexion de sites pour une entreprise donnée

Ici les ETTDs sont clairement des routeurs IP

Les routeurs maintiendront des tables de correspondance entre les adresses IP des autres routeurs et les DLCIs

ATM

- Asynchronous Transfer Mode
 - Transmission de trames de petite taille fixe (53 octets, dont 48 de données)
 - Commutation de cellules
- Très hautes performances
 - Utilisé par les opérateurs pour les réseaux fédérateurs

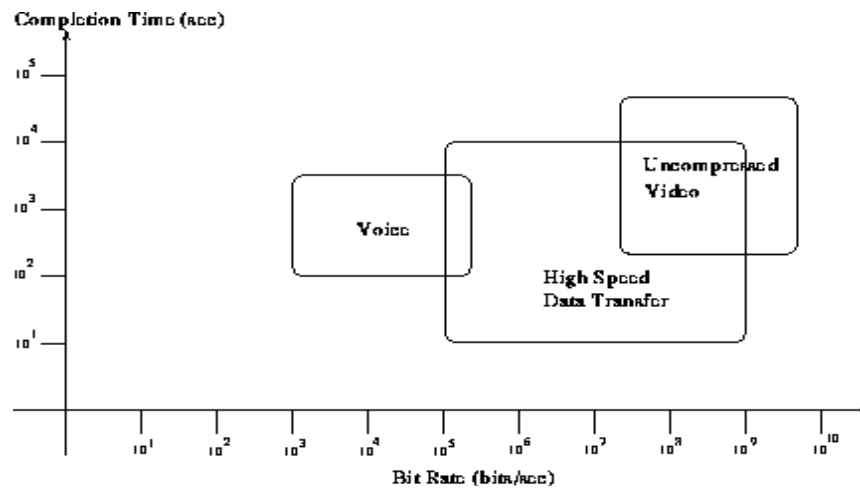
Débits : de 20 Mbps à plusieurs Gbps

Assure aussi de la qualité de service

Usage typique : tout type de trafic, à haut débit

Voix, vidéo, data

Usages d'ATM



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-84

Débits élevés, faible latence

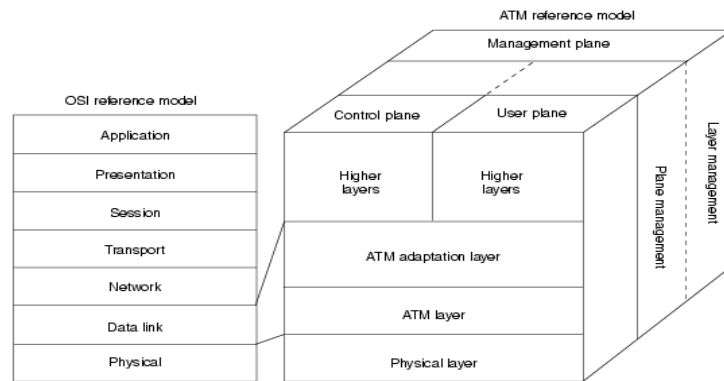
Données, Voix, Vidéo

Egalement tout type de trafic à haut débit

- Interconnexion de réseaux

- Entrées/sorties rapides banalisées

Vues d'ATM



Extrait de http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/atm.htm

ATM peut être vu comme un niveau 2, avec par-dessus des protocoles de contrôle et des protocoles utilisateur

Trois niveaux d'ATM

- Niveau physique
 - Variété de supports et de débits
 - jusqu'à plusieurs Gbps
- Niveau Cellule
 - 48 octets de données plus 5 octets de contrôle
 - Commutation ultra-rapide si possible en hardware
 - Commutation par VPI/VCI
- AAL : ATM Adaptation Layer

Multiplexage de canaux logiques (commutés ou permanents) sur des canaux physiques

Beaucoup de problèmes

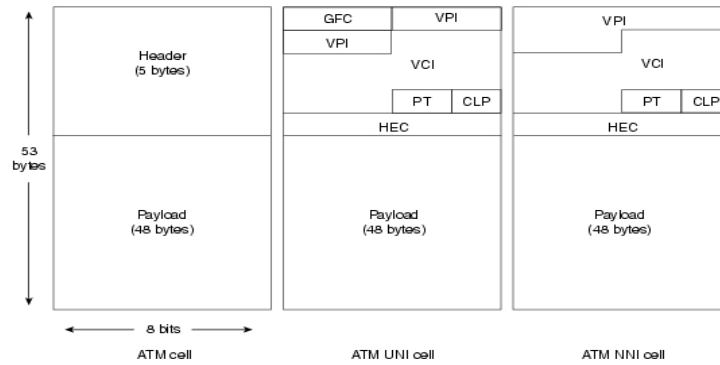
Gestion des connexions

Routage

Gestion des congestion

Qualité de service

Cellules ATM



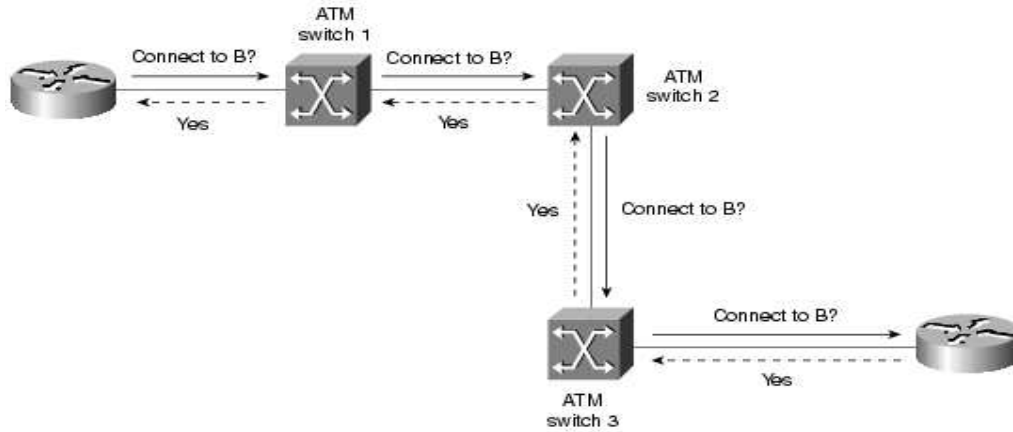
Tirés de http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/atm.htm

Le format des cellules est différents selon que l'on se trouve à l'interface du réseau ou en interne

UNI : User Network Interface

NNI : Network network Interface

Commutateurs ATM



http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/atm.htm

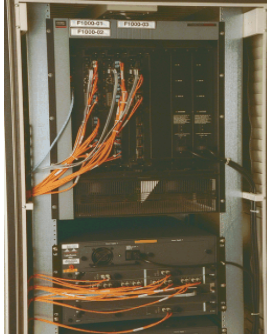
Les commutateurs ATM doivent établir des connexions commutées à la demande

Ils maintiennent aussi des connexions permanentes

Ils commutent les cellules à l'aide de leurs tables de commutation

Cellule reçue sur port X/VC y => commutée sur port W/VC Z

Commutateurs ATM



Commutateurs ATM

Respectivement Fore System, Cisco, Fore System

ATM Adaptation Layer

- Historiquement, 5 AALs pour 5 classes de service
 - A : CBR, synchrone, connecté = AAL1
 - B : VBR, synchrone, connecté = AAL2
 - C : VBR, non-synchrone, connecté = AAL3
 - D : VBR, non-synchrone, non-connecté = AAL4
 - E : VBR, non-synchrone, connecté ou non = AAL5
- Aujourd'hui, 3 AALs (1, 2, et 5)

CBR : constant bit rate

Par exemple voix et video codée simplement

VBR : variable bit rate

Par exemple voix et video codée différentielle

Données IP

Synchrone : le délai entre les données à l'entrée du réseau et à la sortie du réseau doit être respecté

ADSL

- DSL veut dire
 - Digital Subscriber Loop
 - Même si c'est de la transmission analogique
 - Série de normes ITU G 99X
- L'objectif est l'intégration des services de voix et de données
 - Digital veut dire numérique
 - Ce sont les données qui seront numériques, pas la transmission physique

Fonctionne sur la boucle analogique de l'abonné téléphonique

Premières expérimentation dans les années 80/90

Utilisation de modulation très sophistiquée pour des débits élevés

V.90 : 56 kbps au plus

ADSL-2+ : jusqu'à 25 Mbps environ

DSL est une famille de technologies

A est Asymetric : le débit entre un abonné et internet n'est pas identique dans les deux sens

SDSL, HDSL, VDSL, ...

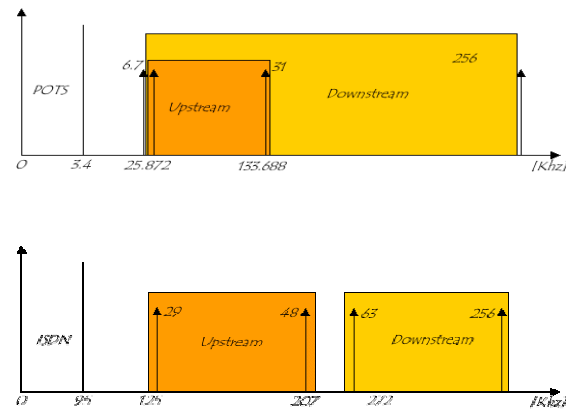
Normes G 991, 992, 993

Gammes de débit/distance

Evolution permanente

A voir : <http://perso.orange.fr/wallu/pag-xdsl.htm>

Voix et données



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-92

Dans ce cas, la téléphonie reste classique ou RNIS

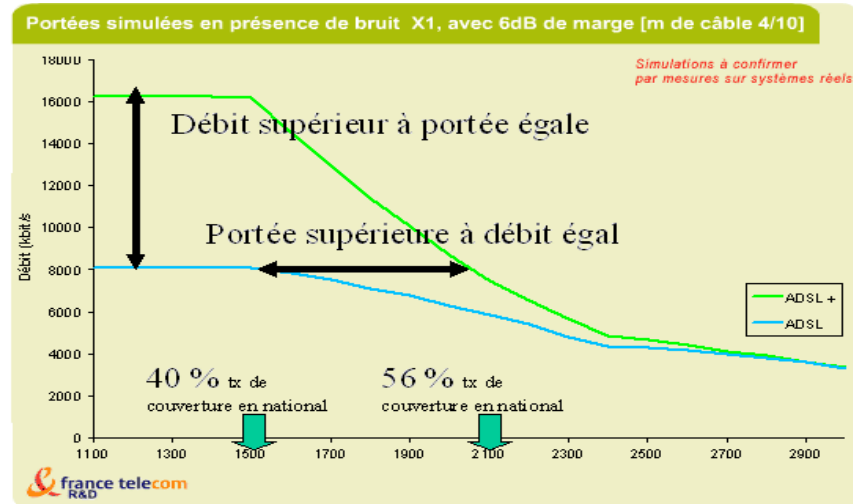
Les données sont transférées par modulation sur les deux autres canaux
entre 30 KHz et 1,1 Mhz selon les variantes

Plusieurs façons de moduler le signal

La norme ADSL-2 et 2+ rajoute l'usage de canaux de fréquences supérieures (entre 1 et 2 Mhz)

D'où des débits plus élevés

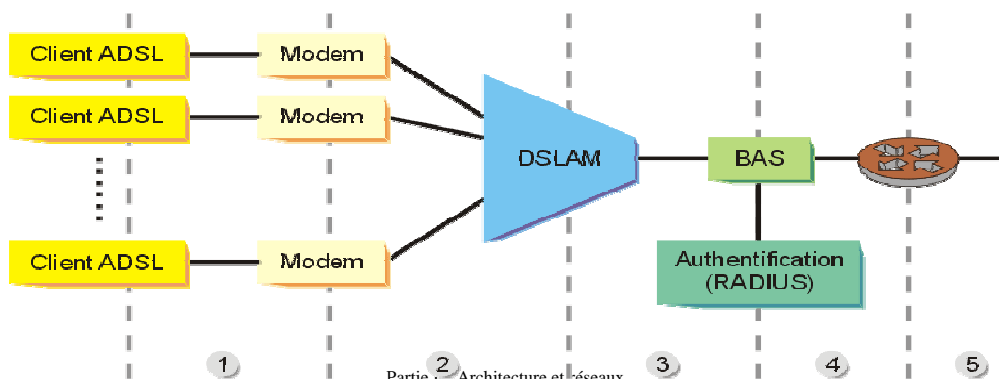
ADSL 2 et 2+



L'idée est d'améliorer le débit à portée identique, mais pas forcément la portée globale

ATM et ADSL

- Les routeurs ADSL utilisent le débit élevé obtenu grâce à la modulation ADSL pour échanger des cellules ATM avec le central local
 - Celui-ci doit être équipé d'un DSLAM



DSLAM : Digital Subscriber Loop Access Multiplexer

Client ADSL + modem = votre routeur ADSL

Le rôle du DSLAM est d'aiguiller la téléphonie classique vers le réseau téléphonique classique et le trafic IP vers l'accès Internet du fournisseur; le serveur BAS (Broadband Access server) est le serveur qui va recevoir votre trafic IP sur ATM, et vérifier les droits d'accès de chaque abonné. Ce BAS est connecté à l'infrastructure IP via le routeur : nous ne voyons pas le détail de ce qui peut se passer entre les deux (souvent appelé « collecte IP/ADSL »)

Le protocole de niveau ligne utilisé entre le routeur ADSL et le BAS est PPPoA (si l'on est en mode routé) ou PPPoE (en mode ponté). Entre le BAS et le routeur, cela dépend.

DSLAM et routeur ADSL



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-95

Produits Cisco

VoIP et ADSL

- VoIP veut dire Voix sur IP
 - La voix est numérisée et transmise par IP
 - Plus d'utilisation de la bande 0 – 3,4 KHz
- Pas forcément mieux
 - Du point de vue technique, cela dépend du réseau IP utilisé (Internet ou autre)
 - Du point de vue prix, cela va dépendre des offres commerciales des opérateurs
 - Question de prix, de possibilité de dégroupage

Dans ce cas, plus de téléphonie classique

La VoIP peut être illimitée ou non, selon les correspondants (locaux, étranger, fixe ou mobile, ...); sa qualité n'est pas forcément meilleure

La VoIP n'a à la base rien à voir avec ADSL; mais les opérateurs la proposent de plus en plus

VoIP et ADSL

- On peut utiliser des « soft phones »
 - Logiciel sur PC, écouteurs et micro
 - Différentes normes : H323, SIP
- Ou alors des téléphones IP



De nombreux produits

Skype, Windows Live Messenger, ...

Attention aux produits spécifiques ou normalisés

Souvent intégration Voix et Vidéo

Ethernet Métropolitain

- Echange de trames Ethernet entre sites éloignés
 - Infrastructure de support selon les opérateurs
 - Switchs ethernet et fibres optiques
 - Trames Ethernet sur FR ou ATM, ou MPLS
 - Service de bout en bout : Ethernet
 - Pas de routage
- De plus en plus répandu
 - Simplicité
 - Service de niveau 2

Technologie de plus en plus répandue

Beaucoup d'opérateurs

BT, Colt, ATT, Bell, Orange, Verizon, Completel, ...

Metropolitan Ethernet Forum

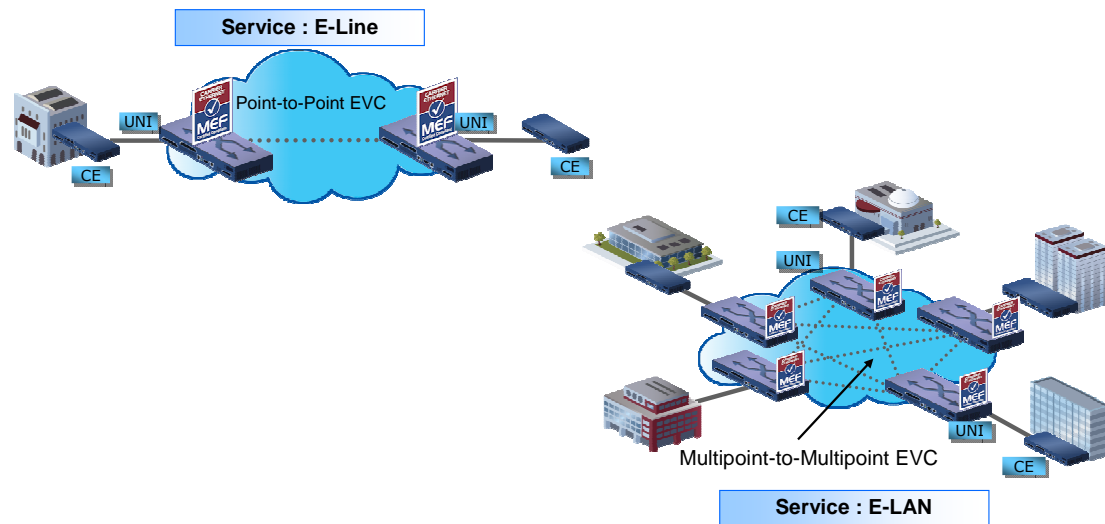
Sets standards for UNIs and QoS

Metropolitan Ethernet

- Différent services
 - Virtual Private LAN services
 - Emule « un gros switch »
 - Pour quelques connexions
 - Raccordement via un switch
 - Multipoint
 - Ethernet point-to-point
 - Emule une connexion entre deux switchs
 - QoS
- Beaucoup d'offres

Si facile à utiliser

Metropolitan Ethernet



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-100

Trois exemples

Des UNIs « multiplexées » existent

MPLS

- Multiple Protocol Label Switching
 - Origine : améliorer les performances du routage IP
 - Label insérée au niveau 2 ou utilisation de ATM/FR
 - Initialement conçu pour améliorer les performances IP
 - Commutation grâce au label
 - Label Switched Path : connexion
- Points forts
 - Débits
 - QoS
 - Sécurité

Orienté connexion

Commutation rapide

QoS

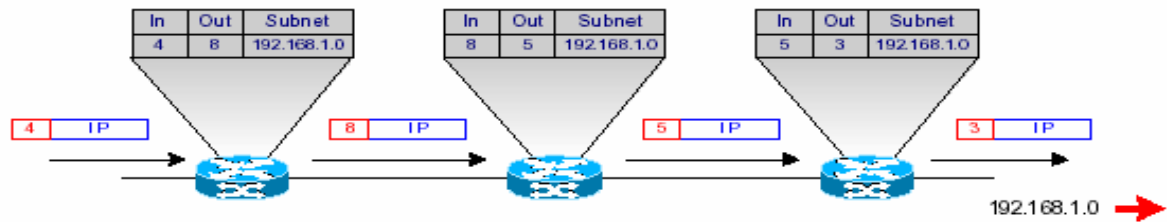
Traffic Engineering

Beaucoup d'offres

la plupart des opérateurs

MPLS

- Multiple Protocol Label Switching
 - Indépendant des niveaux 2 et 3



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-102

MPLS insère son label entre les en-têtes de niveau 2 et 3

Ici sur cet exemple, IP, mais ça pourrait être un autre protocole

Le niveau 2 ici n'est pas défini

Rechercher un label dans une petite table est plus efficace que le routage IP

LSP : un chemin MPLS est établi de bout en bout

Statiquement, ou dynamiquement

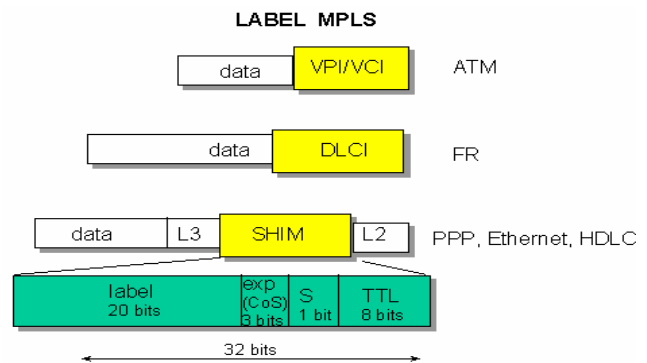
Ce que l'on ne voit pas ici

beaucoup d'autres protocoles sont nécessaires

LDP, BGP, etc.

MPLS

- Le label est ajouté pour les réseaux qui ne supportent pas la notion de circuit virtuel
 - Par exemple PPP ou Ethernet
 - Alors que FR et ATM supportent les circuits virtuels



L'en-tête SHIM ajouté pour les réseaux qui ne font ni circuit virtuel, ni QoS

Virtual Private Networks

- Les opérateurs fournissent des interconnexions via des infrastructures partagées
 - Nombreux clients
- Les VPNs sont des techniques pour améliorer la sécurité et/ou la QoS comme sur un réseau privé
 - Certains ne se préoccupent que de sécurité
 - VPN sur Internet
 - Certains font les deux

Sécurité

Par chiffrement

QoS

beaucoup plus complexe

Gestion d'infrastructure

Traffic engineering

Gestion de ressources

Contrôle de congestion

Introduction aux Réseaux

1. Présentation
2. Les supports physiques
3. La couche Ligne
4. Réseaux locaux
5. Réseaux longue distance
6. Interconnexion de réseaux

Interconnexion de réseaux

- Tous ces réseaux sont très différents
 - Portées, débits, types de trames et paquets, structure
 - Chacun est utile dans un environnement donné
 - En local, à distance
 - Pour une entreprise étendue, il n'y a pas de solution unique
- Un réseau d'entreprise devra mélanger différentes technologies
 - Besoin de « routeurs »

Routage : Niveau 3

- Un routeur fonctionne au niveau 3 (niveau réseau) du modèle ISO :
 - Il s'appuie sur un protocole de niveau 3
 - Il utilise des adresses de niveau 3
 - Il peut connecter des réseaux de type très différents
 - LANs et WANs de différents types

A ne pas confondre avec les switches

Utilisation de routeurs

- Pour connecter des réseaux
 - Eventuellement très différents (LANS avec WANS)
 - Eventuellement distants
- Nécessite un protocole de niveau 3 adapté
 - Protocole de type « inter-réseau »
 - Exemples : IPX (Novell), DDP (Apple), IDP (Xerox), et... IP (Internet protocol) bien sûr

Marques :

Cisco, Nortel, 3Com, Alcatel, Lucent, Juniper, Netgear, Linksys, D-link, etc.

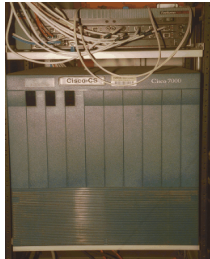
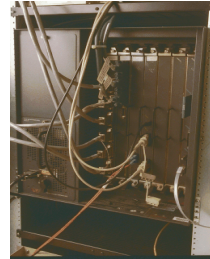
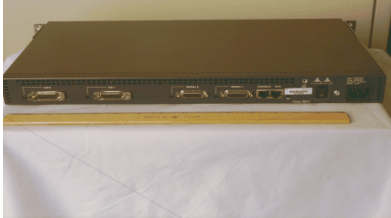
Routeur ADSL

- Aujourd'hui, un seul équipement peut regrouper les fonctionnalités suivantes :
 - Routage IP
 - Modem ADSL
 - Accès Wifi / Ethernet
 - Serveur DHCP
 - Relais vers DNS
 - NAT et PAT
 - Firewall
 - VoIP



Pour quelques dizaines d'euros

Utilisation de routeurs



TRMv2.2

Partie I – Architecture et réseaux

1-110

Très grande variété

Pour les grosses capacités, privilégier les constructeurs spécialisés

Pour des petits réseaux, solutions à base de PCs

Attention, le logiciel est très importants

- Protocole de niveau 3 supporté (IP, IPX, ...)

- Protocoles de routage (RIP pour IP, ...)

- Outils d'administration (SNMP, HTTP)

- Sécurité

Utilisation de pare feu

- Des fonctionnalités de connexion autres
 - Sécurité
 - NAT et PAT
- Fonctionnement à différents niveaux possible
 - Niveau ligne, réseau, transport, applicatif

Grosso modo les mêmes fournisseurs que les routeurs et les switches

Certaines solutions purement logicielles

Solutions gratuites basées sur Linux

Revue

- Dans cette partie, nous avons vu
 - Architectures de réseaux
 - Les sept couches OSI
 - Protocoles et Services
 - Réseaux locaux et longue distance
 - Hubs, switches, routers, firewalls
- Chacun de ces items pourraient faire l'objet d'un cours spécifique