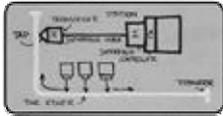


Réseaux Locaux



Dessin réalisé par Robert M. Metcalfe pour présenter le concept Ethernet en 1976
(<http://www.ethernetwork.com/ethernet/ethernet.html>)

O.GAOUAR
/A MILLE

1

Réseaux locaux : Ethernet

Caractéristiques

- Bus, contention
- Normes répandues : 10BaseT, 10 Base F
- Nouvelles normes : 100BaseTX, 100BaseT4, 100BaseF
- Adressage MAC

Ethernet rapide - 100bT

- 100bTX (2 paires en catégorie 5)
- 100bT4 (4 paires en catégorie 3)
- 100bFX (2 brins en F.O multimode)
- Distances

Ethernet rapide 100 Vg-AnyLan

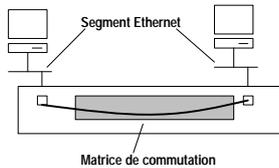
O.GAOUAR
/A MILLE

2

Ethernet Commuté

Principes

- 10Mb/s par port
- Table de commutation alimentée par auto-apprentissage
- CV ? plusieurs liaisons simultanées à 10 Mb/s



O.GAOUAR
/A MILLE

3

Ethernet Commuté

Technologie

- Commutation de trames à la volée (on the fly ou cut through)
- Commutation de trames par validation (Store and Forward ou buffered)
 - optimisation avec circuit ASIC (Application Specific Integrated Circuit) par interface

Limitations

- Taille de la table de commutation (mémoire)
- Bande passante (anneau FDDI, segments ethernet, bus, matrice de commutation)
- Surveillance des réseaux

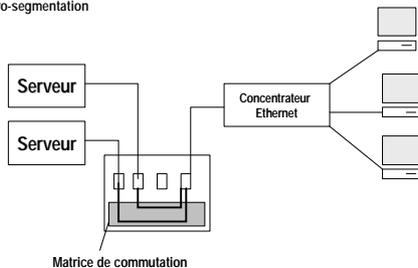
O.GAOUAR
/A MILLE

4

Ethernet Commuté

Applications

- micro-segmentation



O.GAOUAR
/A MILLE

5

Ethernet Commuté

Applications

- Collapsed-backbone
- Réseaux virtuels
- Remplace pont et routeur (routage limité)

Ethernet isochrone (temps réel : voix + images)

- Norme 802.9 - Isoenet : RNIS pour le transport des données isochrones - Ethernet pour le transport des données informatiques
- Structure : Ethernet 10 Mbps + 96 canaux B à 64 Kbps + 1 canal 16 Kbps pour la signalisation
- câblage en PT catégorie 5 (voir le cours complet fait par les collègues de Clermont-Ferrand sur le sujet du câblage)

O.GAOUAR
/A MILLE

6

Offre du marché : Switch Ethernet et Fast Ethernet ou commutateur de niveau 2 (<http://www.alumni.caltech.edu/~dan/ke/>)

- ⚡ A quoi ça sert :
 - ⚡ Segmenter le réseau et offrir sur chaque segment un accès à 10 ou 100 Mb/s
 - ⚡ Constituer des groupes de travail logiques
 - ⚡ Lien vers le backbone
- ⚡ Caractéristiques à vérifier :
 - ⚡ Configuration (nb et nature des ports Ethernet, Fast Ethernet)
 - ⚡ Autodetection
 - ⚡ rapidité et mode de commutation en couche 2 (store and forward)
 - ⚡ Lien backbone (ATM, Gigabit ethernet, FDDI ...)
 - ⚡ Vlans (Par port, par @MAC ...)
 - ⚡ Interopérabilité avec le backbone
 - ⚡ Facilité de paramétrage des Vlan
 - ⚡ Administration (SNMP, RMON, Telnet)
 - ⚡ Empilable, cascadable (uplink)

O. GAOUAR /A MILLE

7

Offre du marché : Switch Gigabit Ethernet

- ⚡ A quoi ça sert :
 - ⚡ Réseau fédérateur en mode *frames* pour applications très gourmandes en bande passante
 - ⚡ Norme 802.3z toujours en cours de normalisation
- ⚡ Caractéristiques à vérifier :
 - ⚡ Configuration (nb et nature des ports Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet)
 - ⚡ Vlans (support 802.1q)
 - ⚡ Ecoulement des flux et gestion des priorités (802.1p)
 - ⚡ câblage Fibre optique, PT
- ⚡ EN SAVOIR PLUS : [une présentation de Gigabit Ethernet en PDF](#)

O. GAOUAR /A MILLE

8

Token ring

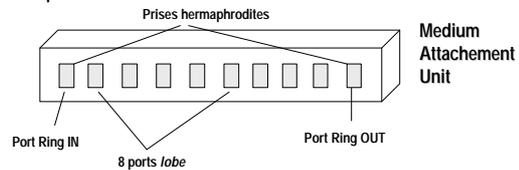
⚡ En savoir plus : [token_ring.pdf](#)

O. GAOUAR /A MILLE

9

Token Ring

- ⚡ Caractéristiques
 - ⚡ Anneau, Jeton
 - ⚡ Normes 802.5 (4 Mbps, 16 Mbps, 100 Mbps)
 - ⚡ Adressage MAC
 - ⚡ Jeton = trame spéciale : JK0JK000
- ⚡ Composants

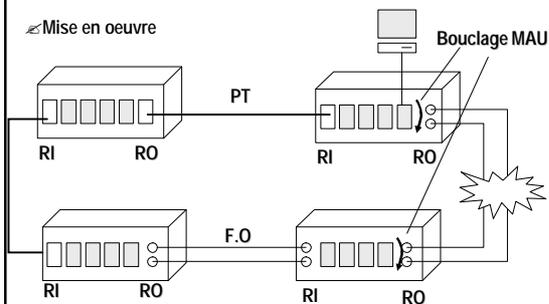


O. GAOUAR /A MILLE

10

Token Ring

⚡ Mise en oeuvre

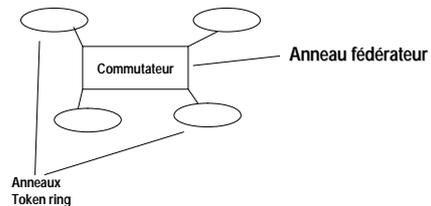


O. GAOUAR /A MILLE

11

Token Ring commuté

⚡ Principe



O. GAOUAR /A MILLE

12

Token Ring commuté

⚡ Fonctionnalités

- ⚡ Validation de trame ou le plus souvent à la volée
- ⚡ Full duplex possible
- ⚡ Réseau virtuel de niveau 2 (création plus facile que sous Ethernet grâce au source routing)
- ⚡ micro-segmentation

O.GAOUAR
/A MILLE

13

Matériel

O.GAOUAR
/A MILLE

14

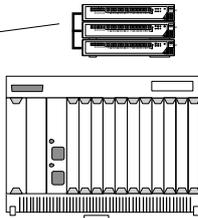
Matériel

⚡ Carte utilisateur

- ⚡ Protocole supporté (10bt, 100bt, FDDI, TR ...)
- ⚡ Connecteur : RJ45, BNC, AUI, BNC+RJ45 ... DB9(TR), ST 1 LinkBuilder FMS 24 ports : 24 ports
- ⚡ Transceiver AUI-RJ45

⚡ Les concentrateurs (Hub)

- ⚡ Empilable (stackable) + port backbone
- ⚡ Concentrateurs modulaires ou chassis



O.GAOUAR
/A MILLE

15

Interconnexion

O.GAOUAR
/A MILLE

16

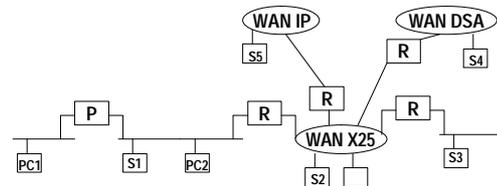
Interconnexion : Hiérarchie des passerelles

Application	Passerelle applicative
Présentation	Convertisseur de présentation
Session	Convertisseur Session
Transport	Relais de transport
Réseau	Routeur/Router
Liaison	Pont/Bridge/Commutateur/Switch
Physique	Répéteur/hub

O.GAOUAR
/A MILLE

17

Interconnexion : Besoins



O.GAOUAR
/A MILLE

18

Interconnexion : REPETEURS

- Principes de base
 - Niveau 1 de l'OSI
 - Répétition et régénération du signal au bout d'une distance fonction du câblage utilisé
- Limite
 - 2500 m au maximum entre 2 stations
- Nom commun du répéteur = Hub
- Offre du marché : Hubs empilables, Chassis

O.GAOUAR /A MILLE
19

Interconnexion : Répéteurs

The diagram illustrates a central Hub connected to a PC and a Server. To the right, a Chassis is shown with multiple ports labeled 'PORT'. The Hub is connected to the Chassis, which then connects to the PC and Server.

O.GAOUAR /A MILLE
20

Interconnexion : Ponts

- Principes de base
 - Niveau 1-2 de l'OSI (normes LAN)
 - Pas d'encapsulation des trames
 - Transparent
 - Auto-apprentissage
 - Filtreurs

O.GAOUAR /A MILLE
21

Interconnexion : Ponts

- Types de ponts
 - Ponts homogènes (Niveaux 1 et 2 identiques)
 - Routing des trames
 - Ponts hétérogènes (Niveaux 1 et 2 différents)
 - Conversion + routage des trames
- Pont local - Pont distant

The diagram shows two bridges (P) connected to a central point. Below the diagram, it lists: PPP, Frame relay, Laph = sorte de HDLC.

O.GAOUAR /A MILLE
22

PPP : Point to Point Protocol

(voir <http://www.cisco.com/interconnect/techdocs/ppp.html>)

- Un format de trame de type HDLC
- Un protocole de contrôle de liaison qui active une ligne, la teste, négocie les options et la désactive lorsqu'on n'en a plus besoin (Protocole LCP : Link Control Protocol)
- Une façon de négocier les options de la couche réseau indépendamment du protocole de couche réseau à utiliser. Un NCP (Network Control Protocol) différent pour chaque couche supportée.

The diagram shows an ETTD (Ethernet Test and Diagnostic Device) connected to a Router.

O.GAOUAR /A MILLE
23

PPP : Point to Point Protocol

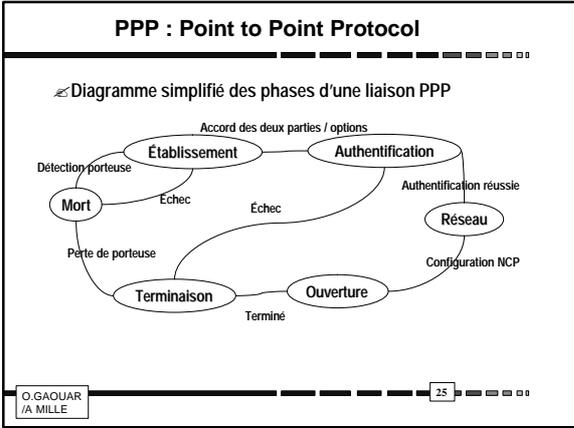
- Format de la trame PPP (mode non numéroté)

1 ou 2 o 2 ou 4 o

01111110	11111111	00000011	Protocole	Charge Utile	Contrôle	01111110
Fanion	Adresse	Commande				Fanion

 - Protocole : indique quel est le type de paquet contenu dans « charge utile »
 - Protocoles commençant par 0 : protocoles réseau (IP, IPX, AppleTalk...)
 - Protocoles commençant par 1 : protocoles contrôles réseau (LCP, NCPs)
 - Charge utile : valeur par défaut 1500 octets
 - La longueur des champs protocoles et contrôles sont négociables à l'établissement de la liaison (LCP)

O.GAOUAR /A MILLE
24



PPPoE, PPPoA, etc

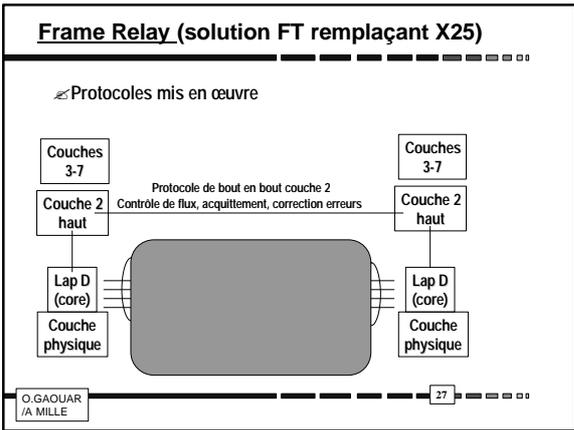
PPPoE : PPP over Ethernet
 PPPoA : PPP over ATM

Principe : la machine est directement connectée au réseau avant la procédure d'identification

Dans l'ordre :

- La liaison est établie (éventuellement indirectement comme dans le cas d'ADSL qui établit une adaptation ethernet-atm)
- L'identification est faite pour pouvoir exploiter les possibilités du réseau (c'est le provider qui autorise ou non)

O.GAOUAR /A MILLE 26



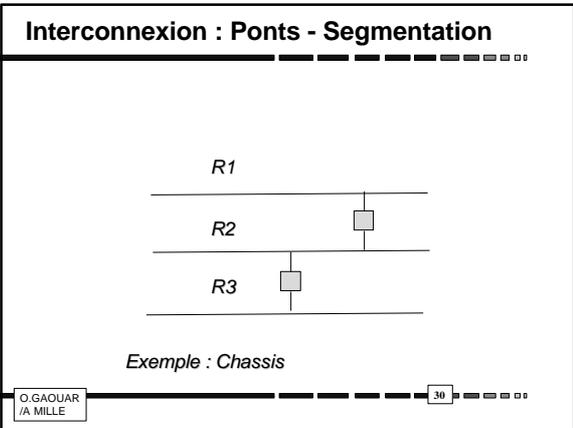
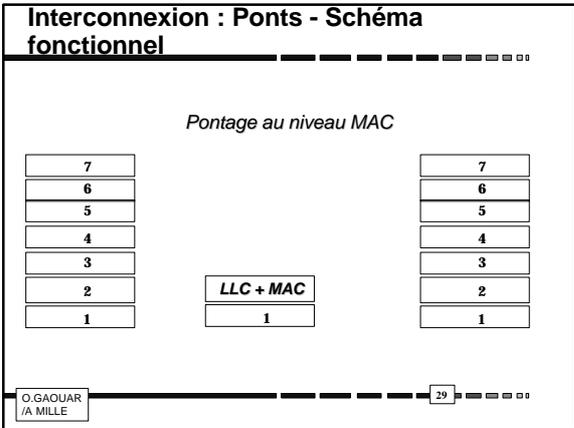
Le Tunneling (synthèse)

☞ Les protocoles précédents (PPPoE, PPOA, Frame Relay) exploitent le principe du tunneling...

- ☞ qui consiste à transporter un protocole dans un autre...
- ☞ ce qui nécessite l'encapsulation des « paquets » représentatifs d'un protocole dans d'autres paquets relevant d'un autre protocole
- ☞ qui est « transparent » pour le protocole transporté (pas d'altération, ni de service demandé entre les uns et les autres)
- ☞ qui peut être utilisé à n'importe quel niveau...
 - IP dans du PPP
 - PPP dans de l'ATM
 - PPP dans de la trame ethernet
 - IPv6 dans du IPv4
- ☞ qui est utilisé pour garantir un niveau de sécurité que ne procurerait pas le protocole transporté (IPSec par exemple)

En savoir plus... [cliquer IC] pour une copie locale d'une page de <http://www.secureinfo.com/crypto/tunnel.shtml>

O.GAOUAR /A MILLE 28



Interconnexion : Ponts - Auto-Apprentissage

Table 1
A, B

Table 2
C

Table 3

Table 4

O. GAOUAR /A MILLE 31

Interconnexion : Ponts -Spanning tree

BOUCLE

ARRET d'UN PONT

O. GAOUAR /A MILLE 32

Interconnexion : Ponts- Source Routing

Technologie d'origine 802.5

Retransmission des trames découvertes

Source

Destination

L3,P1

P1

L3,P1

LAN 1

LAN 2

LAN 3

P2

P3

L2,P2-L3,P3

L2,P2-L3,P3

Voir aussi LSRR : Loose-Source Record Routing

O. GAOUAR /A MILLE 33

Interconnexion : Routeurs

Fonctions

- Routeur par l'adresse réseau
- Niveaux 1-3
- Redirection de trames avec encapsulation ou non
- Fournit les services du protocole routé
- Trafic broadcast isolé
- Pas de transport des en-têtes LAN sur le WAN
- Priorité des flux, filtrage

O. GAOUAR /A MILLE 34

Interconnexion : Routeurs-schéma fonctionnel

programme de routage

O. GAOUAR /A MILLE 35

Interconnexion : Protocoles de routage

Algorithme de routage

Protocoles du monde OSI

- Intradomaine : ES-IS, IS-IS
- Interdomaine : IS-IS

Protocoles du monde Internet

- Intradomaine : RIP, OSPF, IGRP(CISCO)
- Interdomaine : EGP, BGP.

Aire N° 1

Aire backbone N° 0

Aire N° 20

Aire N° 10

O. GAOUAR /A MILLE 36

Interconnexion : Comparaison RIP-OSPF

- ⚡ Calcul des routes
 - ⚡ RIP : Nb de sauts
 - ⚡ OSPF : plusieurs paramètres : débit des liens, coût des liens, charge ...
- ⚡ Diffusion des tables de routage
 - ⚡ RIP : intégralité des tables (toutes les 30 s)
 - ⚡ OSPF : intervalles de routes (ranges)
- ⚡ Mise en œuvre
 - ⚡ RIP pour petits réseaux

O.GAOUAR
/A MILLE

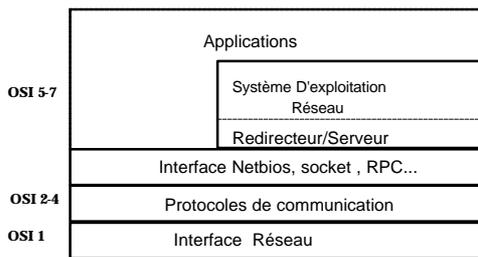
37

Protocoles associés aux réseaux locaux

O.GAOUAR
/A MILLE

38

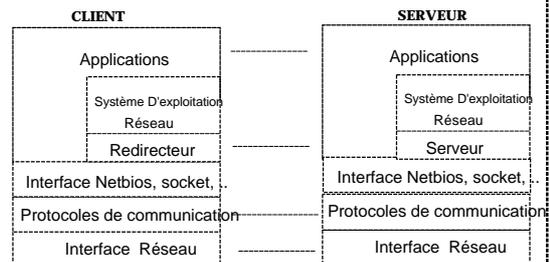
Protocoles associés aux réseaux locaux : Architecture Logique des micros en réseau



O.GAOUAR
/A MILLE

39

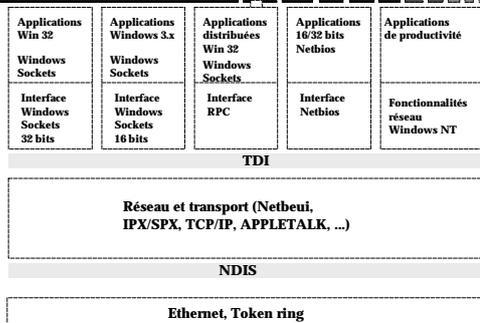
Protocoles associés aux réseaux locaux : Architecture Logique du modèle client/serveur



O.GAOUAR
/A MILLE

40

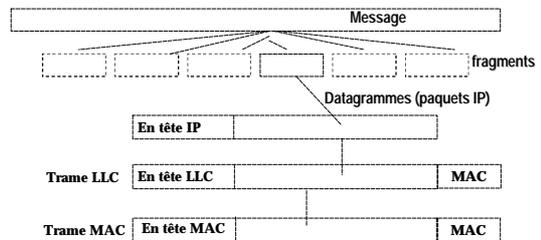
Protocoles associés aux réseaux locaux : Environnement NT



O.GAOUAR
/A MILLE

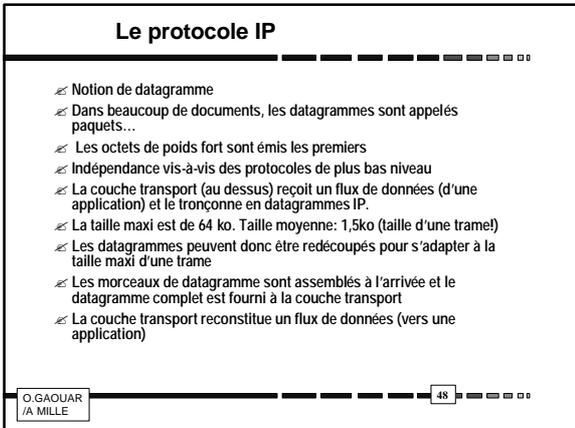
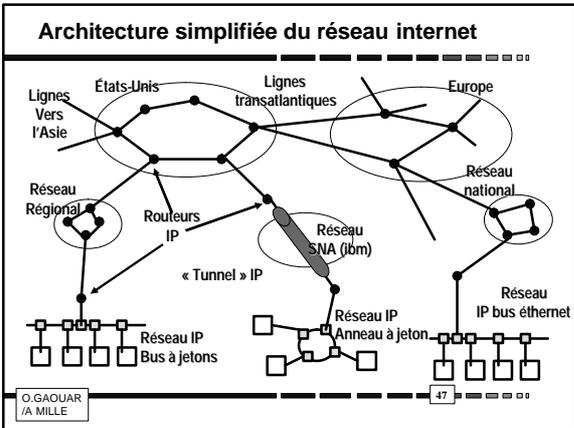
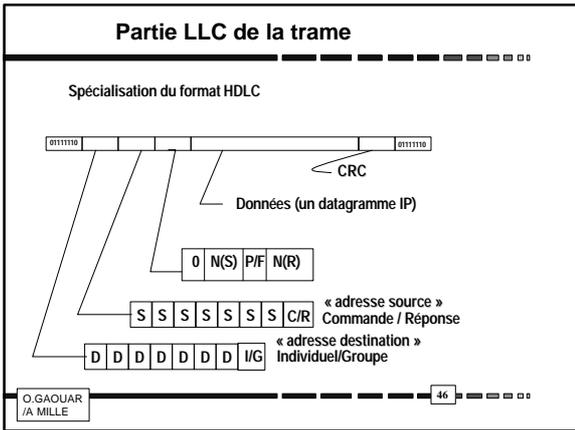
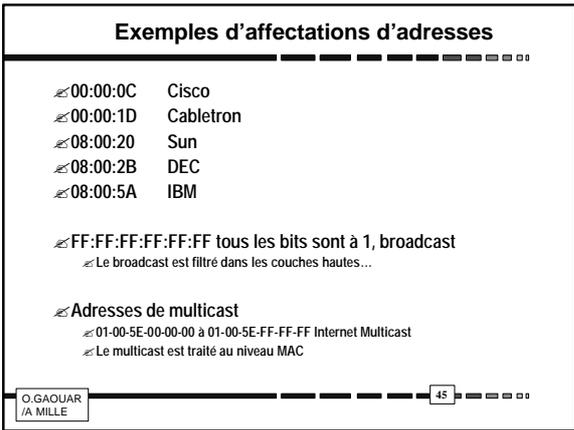
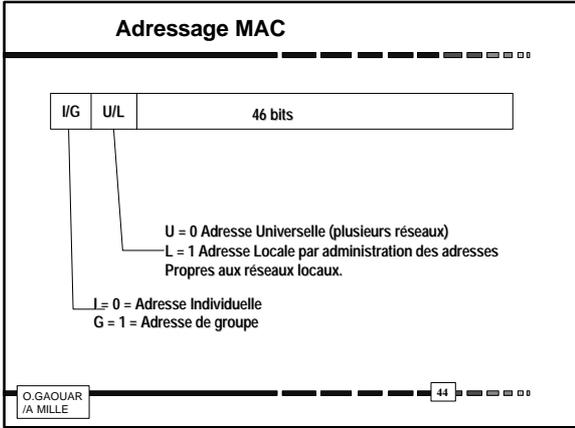
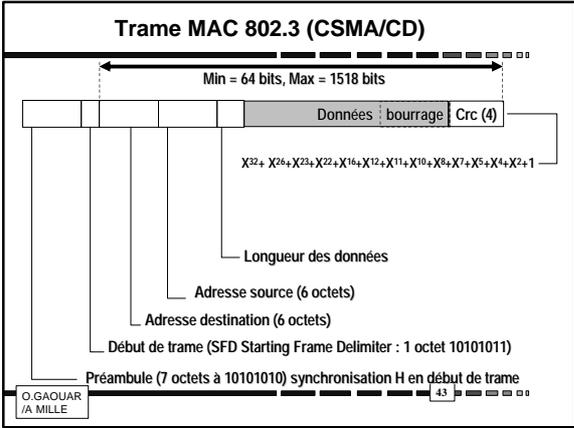
41

Protocoles associés aux réseaux locaux : TCP/IP (voir le support PDF du CNRS ICI)



O.GAOUAR
/A MILLE

42



Interconnexion : Routeurs-schéma fonctionnel

O.GAOUAR /A MILLE 55

Interconnexion : Protocoles de routage

- Algorithme de routage
- Protocoles du monde OSI
 - Intradomaine : ES-IS, IS-IS
 - Interdomaine : IS-IS
- Protocoles du monde Internet
 - Intradomaine : RIP, OSPF, IGRP(CISCO)
 - Interdomaine : EGP, BGP.

O.GAOUAR /A MILLE 56

Interconnexion : Comparaison RIP-OSPF

- Calcul des routes
 - RIP : Nb de sauts
 - OSPF : plusieurs paramètres : débit des liens, coût des liens, charge ...
- Diffusion des tables de routage
 - RIP : intégralité des tables (toutes les 30 s)
 - OSPF : intervalles de routes (ranges)
- Mise en oeuvre
 - RIP pour petits réseaux

O.GAOUAR /A MILLE 57

Protocole ICMP (Internet Control Message Protocol)

- Niveau réseau
- Rapporte les incidents (ou permet les tests)
- Principaux messages:
 - Destination inconnue : datagramme impossible à acheminer
 - Temps expiré : durée de vie passée à zéro
 - Reroutage : indication de changement de route
 - Demande d'écho (Ping I)
 - Renvoi d'écho (réponse de Ping)
 - Demande d'horodate
 - Réponse d'horodate
 - Test du numéro de réseau de rattachement et réaction à des adressages synonymes sur le même réseau

O.GAOUAR /A MILLE 58

Protocole ARP (Address Resolution Protocol)

- Si une station émet sur un autre réseau que le sien, elle envoie le datagramme vers le routeur (gateway)
- Si une station émet sur son réseau (ce qui arrive systématiquement à un moment ou à un autre), elle doit trouver l'adresse physique (MAC) pour acheminer le datagramme
- ARP consiste alors à envoyer en diffusion (niveau MAC et IP) sur son réseau un datagramme d'interrogation à toutes les autres stations (Qui a cette adresse IP ?)
- La station qui se reconnaît renvoie un datagramme d'identification avec son adresse MAC
- Le datagramme à envoyer est alors encapsulé dans la trame avec les bonnes adresses MAC (destination et source)
- Pour éviter de recommencer à chaque trame, les stations mémorisent dans un « cache MAC » l'information.
- Plutôt que de le faire quand on a besoin d'envoyer une trame, chaque station peut envoyer une « trame de présentation » au démarrage qui permet à toutes les autres stations de mettre la relation IP/MAC dans leur propre cache (refait en cas de changement de carte)
- Le routeur (cas des sous-réseaux) peut relayer la demande d'identification en la reprenant à son compte (la station source mettra l'adresse physique du routeur en face de l'adresse IP destination). L'identification se fait alors de proche en proche. Chaque routeur « représente » alors toutes les machines du réseau (ou des autres réseaux d'ailleurs)
- Beaucoup de variantes ARP plus ou moins optimisées disponibles

O.GAOUAR /A MILLE 59

Un algorithme classique de routage : routage par informations d'état de lien (Link State Routing)

- Un routeur fonctionnant selon ce principe doit :
 - Découvrir ses voisins et apprendre leur adresse réseau respective
 - Les routeurs situés au bout de ses lignes fournissent des informations de routage (nom, adresse IP, ...) [HELLO]
 - Mesurer le temps d'acheminement vers chacun de ses voisins
 - Utilisation du datagramme spécial [ECHO]
 - Construire un datagramme spécial disant tout ce qu'il vient d'apprendre
 - Identité routeur source, numéro séquence, âge du datagramme, liste des routeurs voisins
 - Envoyer ce datagramme spécial à tous les autres routeurs du sous-réseau
 - Si un datagramme spécial n'a pas encore été reçu, il est retransmis à tous les voisins du récepteur, sinon il est détruit.
 - Si un datagramme arrive avec un numéro de séquence obsolète, il est également détruit, sinon la mise à jour est effectuée et la retransmission assurée.
 - Si le datagramme est trop ancien, il est détruit.
 - Calculer le plus court chemin vers tous les autres routeurs (Dijkstra)
 - Construction du graphe complet du sous-réseau / datagrammes spéciaux reçus.
 - Mise à jour des tables de routage
 - Reprise du routage

O.GAOUAR /A MILLE 60

Le protocole OSPF

- ⚡ Algorithme des états de liens
- ⚡ Messages utilisés
 - ⚡ HELLO: permet de découvrir les routeurs voisins
 - ⚡ Mise à jour état de lien; Information fournie à la base de données topologique
 - ⚡ Accusé de réception de mise à jour: acquittement par le routeur qui a reçu le message de mise à jour
 - ⚡ Description de lien: la base de données topologiques fournit les informations d'état de liens à qui lui demande
 - ⚡ Demande d'état de lien: demande d'information à la base de données topologiques sur un partenaire

O.GAOUAR
/A MILLE

67

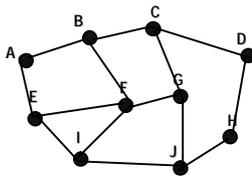
Le protocole BGP (Boarder Gateway Protocol

- ⚡ Les systèmes autonomes interconnectés peuvent avoir des stratégies de routage différentes,
- ⚡ BGP est un protocole de type EGP, alors que OSPF est de type IGP.
- ⚡ La stratégie de routage inter-systèmes autonomes relève plus de considérations politiques, économiques ou de sécurité que de performances...
- ⚡ Du point de vue d'un routeur BGP, le monde est constitué d'autres routeurs BGP interconnectés par des moyens de communications
- ⚡ Le chemin exact pour chaque aller du routeur à la destination
 - ⚡ exemple sur la diapositive suivante

O.GAOUAR
/A MILLE

68

BGP : exemple d'info de routages



Infos fournies à F par ses voisins pour aller à D :

- De B: j'utilise BCD
- De G: j'utilise GCD
- De I: j'utilise IFGCD
- De E: j'utilise EFGCD

F choisit un chemin conforme à sa stratégie et minimisant la distance pour cette destination.

O.GAOUAR
/A MILLE

69

Mise en oeuvre

O.GAOUAR
/A MILLE

70

Introduction

- ⚡ Paramètres clés
 - ? Veille technologique
 - ? existant
 - ? contraintes
 - ? besoins des utilisateurs !
- ⚡ Methodologie ?
 - ? variétés des contextes, nb de paramètres
 - ? Etapes du projet
 - ? architecture logique : Volumétrie, typologie des flux, distribution des flux
 - ? architecture physique : câblage, équipements, chaîne de liaison

O.GAOUAR
/A MILLE

71

Terminologie

Acronyme	Signification	Application
RLE	Réseau Local d'Etage	Réseau local fédérant les connexions des utilisateurs
RLSI	Réseau Local de Salle Informatique	Réseau local situé en salle machine et fédérant les connexions de systèmes
RFS	Réseau Fédérateur de Site	Réseau fédérant les flux des différents RLE
CME	Commutateur d'Etage	Implémente physiquement le RLE
CMF	Commutateur Fédérateur	Implémente physiquement le RFS
R,P	Routeur, Pont	Assure l'interconnexion des réseaux par Routage ou Pontage
LTE	Local Technique d'Etage	Local abritant le système de câblage de l'étage
LTG	Local Technique Général	Local fédérant toutes les liaisons en provenance des locaux techniques et des salles informatiques.

O.GAOUAR
/A MILLE

72

