

# Les réseaux Ethernet

Ce cours est la propriété de la société CentralWeb.  
Il peut être utilisé et diffusé librement à des fins  
non commerciales uniquement.

CentralWeb 11, Rue de Vanves - 92100 BOULOGNE-BILLANCOURT  
Tel : +33 01.46.10.36.36 Fax: +33 01.49.10.00.29  
info@centralweb.fr / www.centralweb.fr

© CentralWeb - 1998CentralWeb - 1998

1

## Plan

- INTRODUCTION
- PRINCIPES
- TOPOLOGIE
- LA COUCHE PHYSIQUE
- LA COUCHE LIAISON
  - La trame 802.3
  - La trame Ethernet
  - La couche MAC
  - La couche LLC

© CentralWeb - 1998

2

## Plan (suite)

- MATERIEL ET CABLAGE
  - Les transceivers
  - Les Fanouts
  - Le câble 10Base5
  - Le câble 10Base2
  - Le câble 10BaseT
  - Les fibres optiques

© CentralWeb - 1998

3

## Plan (suite)

- L'INTERCONNEXION
  - Les répéteurs
  - Les hubs
  - Les ponts
  - Les routeurs
  - Les pont-routeurs
  - Les commutateurs
  - Les coupe-feux

© CentralWeb - 1998

4

## Plan (suite)

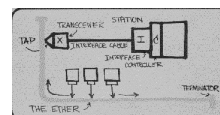
- LES REGLES DE CONFIGURATION
  - Le modèle de transmission
  - Le modèle du délai d'un chemin
- L'EXPLOITATION DU RESEAU
- CONCLUSION

© CentralWeb - 1998

5

## Introduction

- Norme 802.3
- Développé à l'origine par le groupe DIX

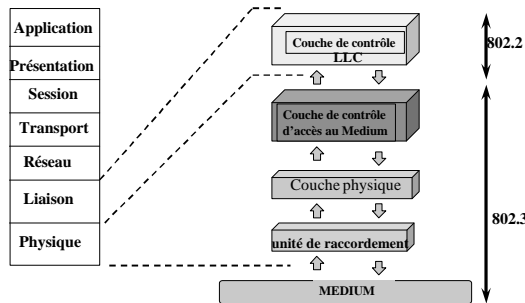


Conception originale de R. Metcalfe (1976)

© CentralWeb - 1998

6

## Introduction : le modèle



© CentralWeb - 1998

7

## Introduction : buts

### Buts

- réseau multipoint
- sans priorité
- avec collisions
- débit : 10 Mb/s
- faible coût

### Non-buts

- contrôle d'erreur
- full duplex
- sécurité
- priorité
- déterminisme

© CentralWeb - 1998

8

## Principes

- **PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**
  - N stations sur le même support
  - une station écoute avant d'émettre
  - si deux stations émettent simultanément, il y a collision
  - une seule trame à un instant donné
  - toutes les stations reçoivent la trame émise

© CentralWeb - 1998

9

## Principes (suite)

- **SUPPORT PARTAGE**
  - permet la diffusion
  - bus passif
  - bus linéaire
  - bande de base (50 ohms, numérique)

© CentralWeb - 1998

10

## Principes (suite)

- **LES EQUIPEMENTS**
  - raccordés au bus par un transceiver
  - chaque station a une adresse unique
  - chaque station est à l'écoute des trames qui circulent sur le bus
  - une station attend que le bus soit libre pour émettre
  - si deux stations émettent simultanément, il y a collision et les trames sont inexploitable
  - après collision, les stations réémettent selon un algorithme bien défini

© CentralWeb - 1998

11

## Principes (suite)

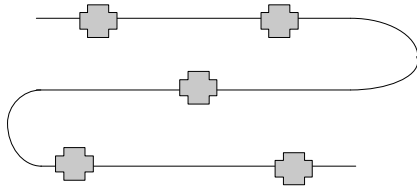
- **Le réseau**
  - égalitaire
  - probabiliste
  - performances variables
  - non sécurisé

© CentralWeb - 1998

12

## Topologie

### □ Linéaire



© CentralWeb - 1998

13

## Topologie (suite)

### □ Arborescente

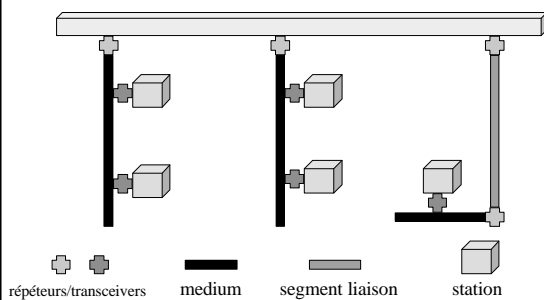


© CentralWeb - 1998

14

## Topologie (suite)

### □ Backbone



© CentralWeb - 1998

15

## La couche physique

### □ RÔLE

- détecter l'émission d'une autre station sur le médium (Carrier Sense), alors que la station est en écoute
- transmettre et recevoir des bits sur le médium,
- détecter l'émission d'une autre station pendant que la station émet (**Collision Detect**)

© CentralWeb - 1998

16

## La couche physique (suite)

### □ INTERFACE

- transmission d'un bit (requête MAC)
- réception d'un bit (requête MAC)
- attendre N bits (requête MAC)
- détection de porteuse (indication de la couche physique vers la couche MAC); la couche MAC doit déclencher la requête de réception d'un bit
- détection de collision (indication de la couche physique vers la couche MAC); générée uniquement pendant une transmission

© CentralWeb - 1998

17

## La couche physique (suite)

### □ COLLISION : le problème

- une station regarde si le câble est libre avant d'émettre
- le délai de propagation n'est pas nul => une station peut émettre alors qu'une autre a déjà commencé son émission
- les 2 trames se percutent : c'est la collision
- plus le réseau est grand (nombre de stations), plus la probabilité d'apparition de collisions est grande

© CentralWeb - 1998

18

## La couche physique (suite)

### COLLISION : *la solution*

- limiter le temps pendant lequel la collision peut arriver
- temps de propagation aller-retour d'une trame (Round Trip Delay ou RTD) limité à 50 μs
- ce délai passé, aucune collision ne peut plus arriver
- la norme 802.3 définit un « Slot Time » d'acquisition du canal égal à 51.2 μs ce qui correspond à une longueur de trame minimum de 512 bits
- une station doit donc écouter le signal « Collision Detection » pendant 51.2 μs à partir du début d'émission

© CentralWeb - 1998

19

## La couche physique (suite)

### COLLISION : *la détection*

- si une station en train d'émettre détecte une collision, elle arrête son émission
- si une station en réception reçoit une trame inférieure à 72 octets, elle en déduit l'existence d'une collision

© CentralWeb - 1998

20

## La couche physique (suite)

### COLLISION : *la gestion*

- en émission, la station après avoir détecté la collision (signal CD) la renforce en émettant 32 bits supplémentaires (jam)
- en réception, la station n'a pas besoin de tester le signal CD car une trame accidentée a une longueur inférieure à 72 octets

© CentralWeb - 1998

21

## La couche physique (suite)

### COLLISION : *la réémission*

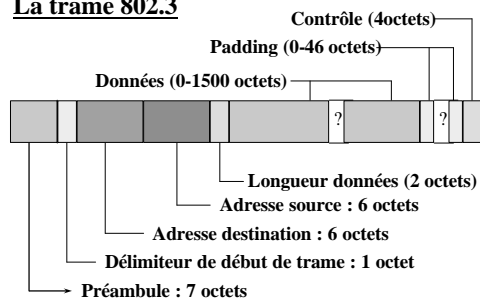
- la station attend  $R * 51.2s$  tel que  $0 \leq R < (2^{*i}) - 1$
- R étant un entier « Random » et  $i = \min(n, 10)$
- n = nombre de retransmissions déjà effectuées
- le nombre de réémissions est limité à 15

© CentralWeb - 1998

22

## La couche liaison

### La trame 802.3



© CentralWeb - 1998

23

## La couche liaison (trame 802.3)

### FORMAT DE LA TRAME 802. 3

- **Préambule** : 56 bits = 7 X (10101010), dure 5.6 s et permet aux autres stations d'acquérir la synchronisation bit.
- **Délimiteur de début de trame** (Start Frame Delimiter) : 8 bits = 10101011; permet aux autres stations d'acquérir la synchronisation caractère et la synchronisation trame.

© CentralWeb - 1998

24

## La couche liaison (trame 802.3)

- **Adresse destination :**
  - adresse individuelle, pouvant être de classe "administrée localement" ou "globalement",
  - adresse multicast,
  - adresse broadcast.
- **Adresse source :**
  - adresse physique de la station émettrice, c'est une adresse individuelle pouvant être de classe "administrée localement" ou "administrée globalement".

© CentralWeb - 1998

25

## La couche liaison (trame 802.3)

- **Longueur du champ de données :** valeur comprise entre 1 et 1500, indique le nombre d'octets contenus dans le champ suivant; si la valeur est supérieure à 1500, la trame peut être utilisée à d'autres fins (autre protocole que IEEE 802.3, permet la compatibilité avec ethernet).
- **Padding :** contenu sans signification complétant à 64 octets la taille totale d'une trame dont la longueur des données est inférieure à 46 octets; en effet, une trame est considérée valide (non percutée par une collision) si sa longueur est d'au moins 64 octets;  $46 \leq (\text{données} + \text{padding}) \leq 1500$ .

© CentralWeb - 1998

26

## La couche liaison (trame 802.3)

- **Contrôle :** séquence de contrôle basée sur un CRC polynomial de degré 32.
- **Sens de circulation des octets :** selon la structure logique de la trame : préambule = premier octet émis, FCS = dernier octet émis.
- **Le sens de circulation des bits par octets se fait selon le schéma suivant : LSB first**

© CentralWeb - 1998

27

## La couche liaison (trame Ethernet)

- **TRAME ETHERNET :** identique à la trame 802.3 sauf le champ type indiquant le type de protocole véhiculé dans le trame :
  - champ de 2 octets représenté sous la forme hexadécimale XX-YY ou XYYY.
  - la valeur du champ type est normalement supérieure à 1500 c'est à dire la valeur maximum du champ longueur de données dans la trame IEEE; les valeurs connues sont :
    - **0806 : ARP, 0800 : IP**
    - **6000 à 6009 : protocoles DEC,**
    - **8019 : Apollo**

© CentralWeb - 1998

28

## La couche liaison (trame Ethernet) (suite)

- **Pas de niveau 802.2,**
- **Cohabitation possible entre Ethernet et IEEE 802.3,**
- **Ethernet est encore très utilisé.**

© CentralWeb - 1998

29

## LA COUCHE LIAISON (adressage)

- **ADRESSAGE**  
Les adresses IEEE 802.3 ou Ethernet sont codées sur 48 bits (6 octets).
  - syntaxe :
    - 08:00:20:09:E3:D8 ou 8:0:20:9:E3:D8
    - ou 08-00-20-09-E3-D8 ou 08002009E3D8

© CentralWeb - 1998

30

## LA COUCHE LIAISON (adressage)

- Adresse Broadcast: FF:FF:FF:FF:FF:FF
- Adresse Multicast: le premier bit d'adresse transmis est égal à 1 (le premier octet de l'adresse est impair) :
  - 09:00:2B:00:00:0F, 09:00:2B:01:00:00
- adresse individuelle : comprend le premier bit transmis à 0 (premier octet d'adresse pair) :
  - 08:00:20:09:E3:D8 ou 00:01:23:09:E3:D5

© CentralWeb - 1998

31

## LA COUCHE LIAISON (adressage)

- **une adresse de station individuelle est administrée soit localement soit globalement :**
  - localement : adresse significative pour le réseau sur lequel elle est connectée; le second bit d'adresse transmis est égal à 1 : le premier octet de l'adresse est égal à 02, 03, 06, 07, 0A, 0B, 0E, 0F, 12, etc.
  - globalement : cette adresse est dite universelle et est attribuée par l'organisme IEEE; le second bit d'adresse transmis est égal à 0 : le premier octet de l'adresse est égal à : 00, 01, 04, 05, 08, 09, 0C, 0D, 10, etc.

© CentralWeb - 1998

32

## LA COUCHE LIAISON (adressage)

- **l'organisme IEEE réserve des tranches d'adresses pour les constructeurs :**
  - 00:00:0C:XX:XX:XX **Cisco**
  - **08:00:20:XX:XX:XX Sun**
  - 08:00:09:XX:XX:XX **HP**

© CentralWeb - 1998

33

## LA COUCHE LIAISON (sous-couche MAC)

- **La sous-couche MAC**
  - elle met en oeuvre le protocole **CSMA/CD** : elle est chargée de mettre en forme les trames de données avec détection des erreurs de transmission et de gérer la liaison canal en écoutant les signaux "Carrier Sense" et "Collision Detection" émis par la couche physique.

© CentralWeb - 1998

34

## LA COUCHE LIAISON (sous-couche MAC)

- Transmission d'une trame : La couche MAC reçoit de la couche LLC des données à émettre; son rôle consiste à:
  - ajouter préambule et SFD aux données de la couche LLC,
  - ajouter le padding si nécessaire,
  - ajouter les champs adresse source, adresse destinataire, longueur des données,
  - calculer le CRC et l'ajouter à la trame,
  - si le signal "Carrier Sense" est faux depuis au moins 9.6µs (espace inter-trame à respecter), transmettre la trame bit à bit à la couche physique,
  - sinon attendre que le signal "Carrier Sense" soit faux, attendre 9.6 µs et transmettre bit à bit à la couche physique.

© CentralWeb - 1998

35

## LA COUCHE LIAISON (sous-couche MAC)

- **Réception d'une trame : La couche MAC reçoit de la couche LLC une requête de réception de données:**
  - écoute du signal "Carrier Sense",
  - réception des bits depuis la couche physique,
  - élimine le préambule, le délimiteur de début de trame (SFD),
  - élimine éventuellement le padding,
  - examine l'adresse destination dans la trame et si celle-ci inclut la station :

© CentralWeb - 1998

36

## LA COUCHE LIAISON (sous-couche MAC)

- reconstruit les champs de la trame adresses source et destination, longueur des données et données,
- transmet les champs reconstruits à la couche LLC,
- calcule la séquence de contrôle et indique une erreur :
  - si la séquence est erronée,
  - si la trame n'est pas un nombre entier d'octet alignment error),
  - si la trame > 1526 octets (préambule/SFD compris)
  - si la trame < 64 octets (trame victime de collision).

© CentralWeb - 1998

37

## LA COUCHE LIAISON (sous-couche LLC)

- **La sous-couche LLC**
  - normalisée IEEE 802.2
  - commune aux normes IEEE 802.3, 802.4 (token bus), 802.5 (token ring).
  - Interface LLC / MAC = service sans connexion
  - requête d'émission de données (LLC vers MAC),
  - primitive d'indication de données (MAC vers LLC),
  - primitive de confirmation d'émission de données (MAC vers LLC).

© CentralWeb - 1998

38

## Matériel et câblage (Transceivers)

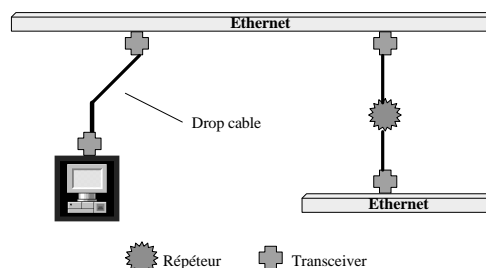
### □ Les transceivers

- (également appelé Medium Attachment Unit ou MAU)
- connecté au câble coaxial (10BASE5) par une prise vampire
- un câble spécifique appelé câble de descente (drop cable) relie le transceiver au contrôleur Ethernet de la station :

© CentralWeb - 1998

39

## Matériel et câblage (Transceivers)



© CentralWeb - 1998

40

## Matériel et câblage (Transceivers)

### □ Fonctions du transceiver

- transmettre et recevoir les bits,
- détecter les collisions; la détection de collision est effectuée par comparaison entre les signaux émis et les signaux reçus pendant le RTD, le processus est analogique et nécessite un encodage approprié (Manchester),
- monitor,
- jabber : limiteur de longueur de trame; si une trame est trop longue, il active le signal de présence de collision (Signal Quality Error ou Heart Beat).

© CentralWeb - 1998

41

## Matériel et câblage (Transceivers)



© CentralWeb - 1998

42

## Matériel et câblage (Transceivers)

### □ Le câble de transceiver

- bleu, également appelé Attachment Unit Interface (AUI), ou câble de descente (drop cable)
- relie le transceiver au coupleur
- constitué de 4 ou 5 paires torsadées :
  - 1. une paire pour l'alimentation
  - 2. une paire pour les signaux de données en entrées
  - 3. une paire pour les signaux de données en sortie

© CentralWeb - 1998

43

## Matériel et câblage (Transceivers)

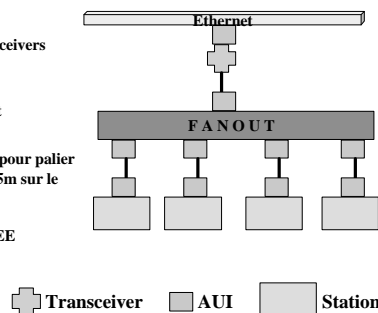
- 4. une paire pour les signaux de contrôle en entrées:
  - transceiver prêt à émettre,
  - transceiver non prêt à émettre,
  - erreur de qualité de signal (SQE) émis sur détection de collision ou trame tronquée (jabber),
- 5. une paire optionnelle pour les signaux de contrôle en sortie (coupleur --> transceiver) permettant de commander le transceiver :
  - entrer en mode monitor,
  - passer en mode normal,
  - se rendre prêt à émettre.
- longueur maximum de 50 m,
- connecteur 15 pins (une paire protégée = 3 fils) dit "prise AUI" de chaque côté.

© CentralWeb - 1998

44

## Matériel et câblage (Fanout)

- Economie de transceivers vampires
- Simule un segment
- A l'origine, utilisé pour palier l'espacement de 2,5m sur le câble 10Base5.
- Pas normalisé IEEE



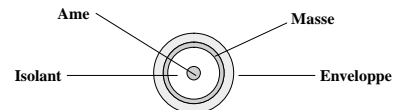
© CentralWeb - 1998

45

## Matériel et câblage (Câble Ethernet)

### □ Le câble "Ethernet"

- point de départ de la technologie Ethernet
- coaxial constitué d'une âme conductrice centrale et d'une masse tressée le tout isolé par un diélectrique.



© CentralWeb - 1998

46

## Matériel et câblage (Câble Ethernet)

### □ Caractéristiques de la norme IEEE 802.3 :

- signal asynchrone à 10 MHz, encodage Manchester,
- impédance 50 ohms, bande de base,
- niveaux 0V et -2V, propagation > 0.77 c
- délai de propagation < 21.65 bit times, longueur < 500 m
- réflexion du signal évitée par des bouchons (extrémités),
- marqué par un cercle tous les 2.5 m (Cf problèmes de réflexion) pour l'emplacement des répéteurs et transceivers,
- peut être composé de plusieurs sections de câble de longueur pré définies (Cf réflectométrie) 23.4m ou 70.2m ou 117m au moyen de connecteurs,

© CentralWeb - 1998

47

## Matériel et câblage (10Base5)

- 10Base5 = (10 Mb/s, Baseband, 500 m),
- gros câble (diamètre = 0,4 inch), thick ethernet,
- stations maximum,
- Topologie bus, transceiver vampire,
- couleur jaune recommandée,
- connecteur "N" à chaque bout, terminaison 50 ohms,
- MAU séparés de 2,5 mètres avec connexion par prise vampire,
- environ 25F le mètre.

© CentralWeb - 1998

48



## Matériel et câblage (10Base2)

- **10Base2 = (10 Mb/s, Baseband, 185 m),**
- **câble fin, thin ethernet, souple,**
- **raccordement transceiver en T, BNC,**
- **30 stations maximum, espacement >= 50 cm,**
- **terminaison 50 ohms,**
- **Topologie bus, stations en série,**
- **permet le chaînage des stations entre elles,**
- **économique, beaucoup de stations intégrant le transceiver,**
- **environ 6 F le mètre.**

© CentralWeb - 1998

49

## Matériel et câblage (10BaseT)

- **10BaseT = (10 Mb/s, Baseband, Twisted pair),**
- **double paire torsadée (émission + réception) UTP**
- **raccordement prise RJ45,**
- **longueur maximum 100 m,**
- **30 stations maximum,**
- **Topologie en étoile, raccordement à un hub,**
- **transceiver paire torsadée, intégré à la station,**
- **centralisation des équipements, « plus sécurisé »**
- **utilisé pour pré-câbler les bâtiments,**
- **environ 4F le mètre.**

© CentralWeb - 1998

50

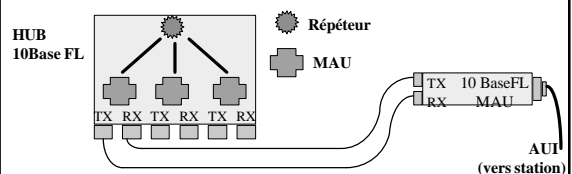
## Matériel et câblage (Fibre optique)

- **utilisées en point à point (segment de liaison) ou en étoile avec un transceiver en bout de branche qui réalise la transformation optique-électrique.**
- **support onéreux (environ 80F le mètre pour un câble de 10 fibres)**
- **plusieurs types :**
  - **FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link) : segment de liaison limité à 1000m entre deux répéteurs,**
  - **10Base-FL (Fiber Link) : remplace la spécification FOIRL; lien full duplex jusqu'à 2000 m; limité à 1000 m si utilisé avec un segment FOIRL; peut être utilisé entre 2 stations ou entre une station et un répéteur.**

© CentralWeb - 1998

51

## Matériel et câblage (Fibre optique)



- **10Base-FB (Fiber Backbone): segment de liaison entre hubs 10Base-FB; le segment <= 2000 m et est généralement utilisé dans les grands backbones,**
- **10Base-FP (Fiber Passive), relie plusieurs stations à une fibre optique sans répéteur; ce segment est limité à 500 m. Généralement une étoile 10Base-FP relie 33 stations.**

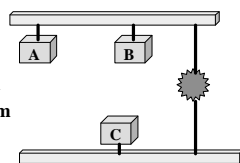
© CentralWeb - 1998

52

## L'interconnexion (répéteurs)

- **dispositif actif non configurable**
- **permet d'augmenter la distance entre deux stations ethernet**
- **reçoit, amplifie et retransmet les signaux.**

- **Distance Maxi(A,B) = 500m**
- **Distance Maxi(A,C) = 1000m**



© CentralWeb - 1998

53

## L'interconnexion (répéteurs)

- **indépendant du protocole (fonctionne au niveau bit, ne connaît pas la trame) et ne procède à aucun filtrage (ne diminue pas la charge du réseau),**
- **se connecte comme une station : câble de transceiver + transceiver (emplacement tous les 2,5 m),**
- **détecte les collisions et les propage (jam),**
- **remet en forme les signaux électriques,**
- **complète les fragments,**
- **peut intégrer un agent SNMP.**

© CentralWeb - 1998

54

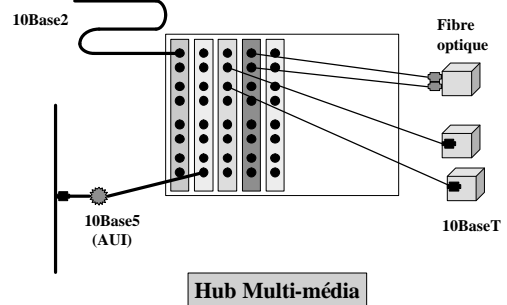
## L'interconnexion (concentrateurs)

- Un concentrateur (ou étoile, multi-répéteur, hub) a une fonction de répéteur.
- permet de mixer différents médias (paire torsadée, AUI, Thin ethernet, fibre optique),
- souvent composé d'un châssis pouvant contenir N cartes
- comprend généralement un agent SNMP.
- peuvent être « empilables » (un seul domaine de collision)
- peuvent être « cascables » (plusieurs domaines de collisions)
- Hub plat : 8, 16, 24, 32 ports
- Carte dans châssis : 8,16,24 ports.

© CentralWeb - 1998

55

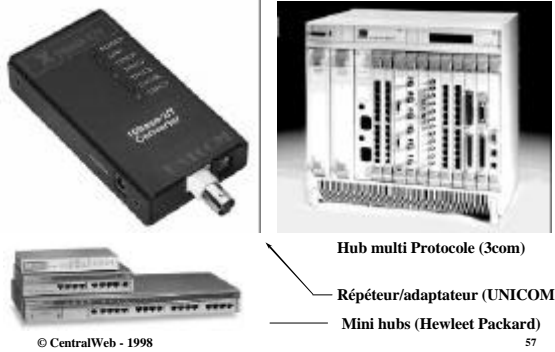
## L'interconnexion (concentrateurs)



© CentralWeb - 1998

56

## L'interconnexion (répéteurs/hubs)



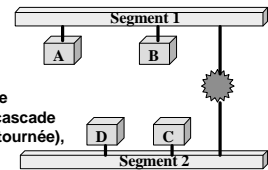
© CentralWeb - 1998

57

## L'interconnexion (Ponts)

- dispositif actif filtrant
- permet d'augmenter la distance maximum entre deux stations,
- permet de diminuer la charge du réseau.

- les trames A<->B ne sont pas transmises sur le segment 2
- les trames C<->D ne sont pas transmises sur le segment 1,
- la distance entre A et D est en théorie illimitée avec ponts et segments en cascade (contrainte de Round Trip Delay contournée),
- les collisions sont filtrées.



© CentralWeb - 1998

58

## L'interconnexion (Ponts)

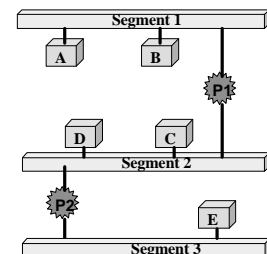
- fonctionnent aujourd'hui en "auto-apprentissage"
- découvrent automatiquement la topologie du réseau
- arbre recouvrant (spanning tree)
- fonctionne en "promiscuous mode"
- le pont construit au fur et à mesure une table de correspondance entre adresses sources et segments sur lesquels les trames correspondantes sont acheminées.

© CentralWeb - 1998

59

## L'interconnexion (Ponts)

- Table de P1 :
  - A, B -> segment1
  - C,D,E ->segment 2
- Table de P2 :
  - A, B,C,D -> segment2
  - E ->segment 3



© CentralWeb - 1998

60

## L'interconnexion (Ponts)

- lorsque les ponts sont connectés pour la première fois, les tables de correspondance ne sont pas initialisées; les ponts utilisent l'algorithme d'inondation (retransmission sur tous les segments auxquels ils sont connectés) pour relayer la trame.
- un pont examine toutes les trames des segments qui lui sont connectés; lorsqu'une trame arrive, le pont sait ainsi la relayer vers le segment approprié; un autre pont éventuellement relayera à nouveau cette trame avant qu'elle ne parvienne à son destinataire.

© CentralWeb - 1998

61

## L'interconnexion (Ponts)

- les ponts maintiennent l'heure d'arrivée (avec mise à jour continue) des trames dans les tables de correspondance; ceci permet d'invalider certaines entrées périmées et par conséquent permet de gérer l'arrêt ou le déplacement de stations dans le réseau.
- les ponts doivent laisser passer les messages de diffusion (broadcast, multicast),
- algorithme de fonctionnement
  - extraire l'adresse @ destination de la trame
  - si aucune entrée relative à @ dans la table de correspondance, réémettre la trame sur tous les segments (sauf le segment émetteur) reliés au pont,
  - sinon acheminer la trame vers le segment identifié par l'entrée relative à @ dans la table de correspondance.
- ne fonctionne plus s'il existe des boucles (nombre de retransmissions infini lorsque le destinataire est inconnu); la solution : **Spanning Tree**.

© CentralWeb - 1998

62

## L'interconnexion (Ponts)

- il existe des ponts multi-protocoles : Exemple 802.3 + 802.4 + 802.5.
- comprend généralement un agent SNMP,
- remote bridge : ponts reliés par une liaison France Télécom (Transrel),
- tendance à être remplacé par les routeurs ou pont-routeurs.

© CentralWeb - 1998

63

## L'interconnexion (Routeurs)

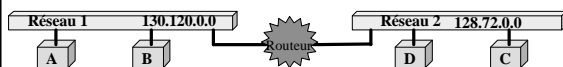
- équipement complexe comprenant les couches de protocoles de niveau physique, liaison et réseau
- souvent équipement dédié (CISCO, TRT-EXPERTdata, ...)
- parfois ordinateur (SUN, PC, etc)
- supporte toute topologie (y compris boucles et liens redondants),
- en général, associe un réseau (ou sous-réseau) à un réseau ethernet.
- comprend des tables de routage construites soit manuellement, soit dynamiquement par l'intermédiaire de protocoles spécialisés.
- n'examine pas tous les paquets des sous-réseaux qui lui sont connectés
- très bon filtre : ne laisse pas passer les collisions, les messages de diffusion.

© CentralWeb - 1998

64

## L'interconnexion (Routeurs)

- Exemple de fonctionnement avec IP :
  1. A émet un paquet vers C,
  2. IP de A sait que C appartient au réseau 128.72 et consulte sa table de routage: réseau 2 est accessible via le routeur sur l'interface réseau 1 (exemple d'adresse du routeur : 130.120.0.1),
  3. A émet alors une requête de résolution d'adresse (via ARP) pour obtenir l'adresse ethernet correspondant à l'adresse IP du routeur (130.120.0.1),
  4. le routeur retourne son adresse ethernet à la station A,
  5. à partir de cette étape, tous les paquets destinés à C seront émis avec l'adresse ethernet du routeur.
  6. le routeur recevant les paquets de A sur l'interface réseau 1 examine l'adresse destination (station C), associe le réseau 2 à C et enfin réémet le paquet destiné à C via l'interface du réseau 2.



© CentralWeb - 1998

65

## L'interconnexion (Pont-routeurs)

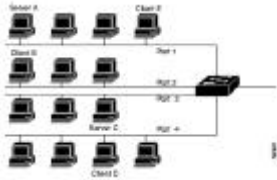
- fonctionnent comme un routeur multi-protocoles
- peuvent faire fonction de pont pour les accès qu'il ne savent pas router
- ordinateurs dédiés avec un langage de commandes approprié
- peuvent également filtrer sur les adresses IP, les ports TCP (aspects sécurité)
- matériel connu : 3COM, CISCO, WELLFLEET, etc

© CentralWeb - 1998

66

## L'interconnexion (Commutateurs)

- Relie plusieurs segments physiques,
- Equipement configuré de manière à gérer une ou plusieurs stations par port,
- Commute les trames au niveau MAC
- Peut gérer simultanément plusieurs liaisons



Echanges simultanés :

- A (port 1) <-> B (port 2)
- C (port 3) <-> D (port 4)

Echange non commuté :

- A (port 1) <-> E (port 1)

Extrait de la documentation Cisco

© CentralWeb - 1998

67

## L'interconnexion (Commutateurs)

### Technologie

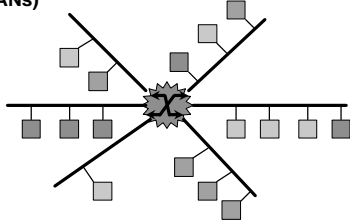
- «cut through» (commutation sans attente de fin de trame)
- «Store & Forward» (attente de fin de trame (cf FCS))
- Logiciel (ex: 3com, Atlantec)
  - Processeurs RISC à l'instar des routeur
  - Difficulté de gérer les Broadcasts (pas de process parallèle)
  - lenteur
  - flexible et administrable
- Matériel (ex: LANNET, MULTINET)
  - ASICs comme pour les ponts
  - soit commutation matricielle (bande allouée 1 2 1)
  - soit commutation temporelle synchrone (bus 1 2 N & N 2 1)
  - rapidité
  - flexible et administrable

© CentralWeb - 1998

68

## L'interconnexion (Commutateurs)

- Permettent la mise en œuvre de réseaux virtuels (VLANs)



- Existent en version 10Mbps et 100Mbps,
- Autres solutions : commutation ATM

© CentralWeb - 1998

69

## L'interconnexion (coupe-feux)

- routeurs aux fonctionnalités étendues
- permettent une sécurité accrue
- placés en front d'accès extérieur de manière à protéger le(s) réseau(x) interne(s);
  - mise en oeuvre des fonctionnalités étendues entre la couche liaison ethernet et la couche réseau IP par filtrage au niveau trame ethernet : vérifier si les règles de sécurité (définies par l'administrateur) autorisent le transfert du paquet vers le destinataire
  - filtrage des requêtes ftp, et autres services
  - prévention contre les chevaux de Troie ou virus par filtrage ftp, E-mail, etc,
  - filtrage des paquets UDP contre les accès non autorisés,
  - vérification et enregistrement de toutes les communications.

© CentralWeb - 1998

70

## L'interconnexion (coupe-feux)

- Autres caractéristiques des coupe-feux :
- programmable par l'administrateur réseau ,
- interface Modem ou Ligne Spécialisée vers l'extérieur,
- interface Ethernet vers l'intérieur,
- logiciel spécialisé (Exemple: SUN FireWall1, GAUNTLET)

© CentralWeb - 1998

71

## Le modèle de transmission

- Règles de configuration définies par l'IEEE permettant de garantir le bon fonctionnement de celui-ci
- les interconnexions de segments nécessitent l'utilisation de répéteurs,
- le chemin entre deux stations peut contenir jusqu'à cinq segments, quatre répéteurs (y compris les transceivers et câbles AUI), deux transceivers et deux câbles AUI.
- les câbles AUI pour les médias 10Base-FP et 10Base-FL ne doivent pas dépasser 25m (soit 50m pour les deux liens AUI avec les transceivers).
- lorsqu'un chemin de transmission utilise cinq segments, deux de ces segments au moins doivent être des segments de liaison.
- lorsqu'un chemin de transmission utilise cinq segments, tout segment fibre optique (FOIRL, 10Base-FB ou 10Base-FL) ne peut excéder 500 m et chaque segment 10Base-FP ne peut excéder 300 m.
- lorsqu'un chemin de transmission utilise quatre segments et trois répéteurs, tout segment fibre optique (FOIRL, 10Base-FB ou 10Base-FL) ne peut excéder 1000 m et chaque segment 10Base-FP ne peut excéder 700 m; il n'y a pas de contrainte sur l'utilisation des segments de liaison.

© CentralWeb - 1998

72



## L'exploitation du réseau

### □ **Les outils**

- les analyseurs : matériels spécifiques (logiciel + PC avec carte ethernet dédiée) qui permettent
  - d'identifier des coupures de câble
  - d'espionner les trames émises sur le réseau, les enregistrer, les visualiser (décodage des protocoles)
  - de mesurer le comportement du réseau (charge, collisions, erreurs, ...) et établir des statistiques
  - de générer du traficsur les segments auxquels ils sont connectés.
- sondes : fonctionnalité de l'analyseur mais accessibles (interrogeables à distance) partout sur le réseau. Indispensables sur un réseau conséquent.
- les valises de tests : équipements qui permettent d'effectuer des tests liés au câblage : continuité, atténuation, RTD, qualité de la transmission.

© CentralWeb - 1998

79

## Conclusion

- Ethernet est le réseau le plus répandu au monde
- se construit comme un mécano avec des pièces normalisées et disponibles auprès de nombreux fabricants
- certains problèmes sont connus, la plupart n'étaient pas considérés comme tels au départ (Cf réseau local) :
  - sécurité,
  - confidentialité,
  - protection contre les utilisateurs,
  - pas de trame prioritaire.
- Un autre problème est la vitesse du réseau qui trouve ses limites avec les performances accrues des stations, la lutte pour la succession a commencé : fast ethernet, FDDI, ATM, etc.

© CentralWeb - 1998

80

## Préparation TP - analyse de trame

```
0800 6908 4d04 0800 0203 ced6 0800 4500
003e 2ded 0000 1d11 f8ce c131 3c8f c130
b802 0411 00a1 002a 1f56 3020 0201 0004
0670 7562 6c69 63a1 1302 0208 bc02 0100
0201 0030 0730 0506 0128 0500
```

© CentralWeb - 1998

81