

# Interconnexion de réseaux

## Interconnexion Qu'est ce que c'est ?

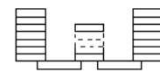
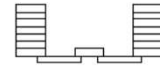
Fonction pour réaliser l'inter-fonctionnement de réseaux hétérogènes

- Hétérogénéité des réseaux à plusieurs niveaux:
  - **Matériels**
  - **Capacité de traitement / stockage**
  - **Taille de paquets**
  - **Protocoles**
  - **Services**
- Méthode : Identifier le niveau d'hétérogénéité afin de déterminer les fonctions requises pour établir l'interconnexion (Modèle OSI)
- Selon le niveau d'hétérogénéité considéré :
  - **Mise en œuvre d'un dispositif d'interfonctionnement**

## Niveaux d'interconnexion

L'interconnexion peut être effectuée à toutes les niveaux :

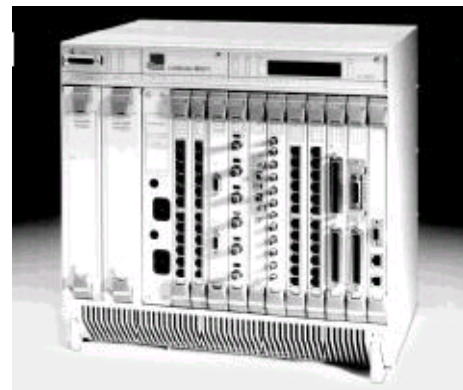
- couche 1 (Physique) : **modem, répéteur, concentrateur**
  - . techniques de modulation adaptées au support physique
  - . par ex.: interconnexion entre brins (segments) d'un seul Ethernet
- couche 2 (Liaison de données) : **pont, switch**
  - . conversion entre différentes méthodes d'accès
  - . par ex.: interconnexion de réseaux locaux
- couche 3 (Réseau) : **routeur, pare-feu**
  - . prévue pour !
- couches supérieures : **passerelle**, (relai, convertisseur de protocoles)
  - . interopérabilité de niveau applicatif
  - . par ex.: messagerie SMTP<-> X400



© Ahmed Mehaoua - 3

## Matériel

Répéteur/adaptateur (UNICOM)

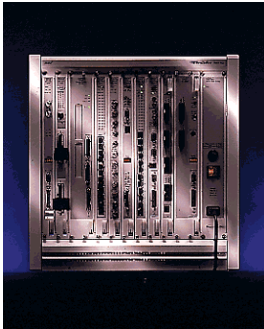


Hub multi Protocole (3com)

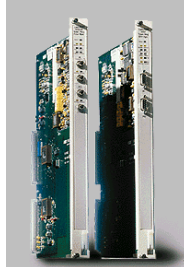
Mini hubs 16/8 ports (HP)

© Ahmed Mehaoua - 4

## Matériel



Chassis Hub BayNetworks



MAU T.R  
BayNetworks



MAU Olicom



Hub BayNetworks



CAU Olicom



Hubs empilables

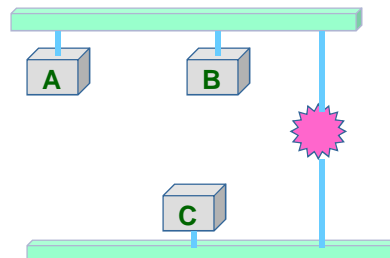
© Ahmed Mehaoua - 5

## Répéteurs

- Le signal électrique se déforme et s'atténue d'autant plus que la distance est longue entre deux noeuds.
- Passé une certaine limite (qui dépend du support), il faut le régénérer : amplification, resynchronisation.
- On utilise pour cela un **REPÉTEUR** :
  - Fonctionne au **niveau Physique** (bit),
  - dispositif actif non configurable
  - permet d'augmenter la distance entre deux stations Ethernet
  - reçoit, amplifie et retransmet les signaux.

### Limitations :

- ne peuvent être utilisés que sur les mêmes types de segments (Ethernet-Ethernet ou Token Ring-Token Ring).
- Pas de conversion de signaux (Optique – > électrique):



© Ahmed Mehaoua - 6

## Concentrateurs / Hubs

- Un **concentrateur** (ou **Hub**, étoile, multi-répéteur) est employé dans les réseaux locaux ETHERNET :
  - a une fonction de répéteur, mais :
  - permet de mixer différents médias (paire torsadée, AUI, Thin ethernet, fibre optique),
  - D'employer une topologie physique en étoile (Ethernet 10BaseT)
- souvent composé d'un châssis pouvant contenir N cartes
- peuvent être «**empilables**» (un seul domaine de collision)
- Hub plat : 8, 16, 24, 32 ports
- Carte dans châssis : 8,16,24 ports.

---

© Ahmed Mehaoua - 7

## Ponts

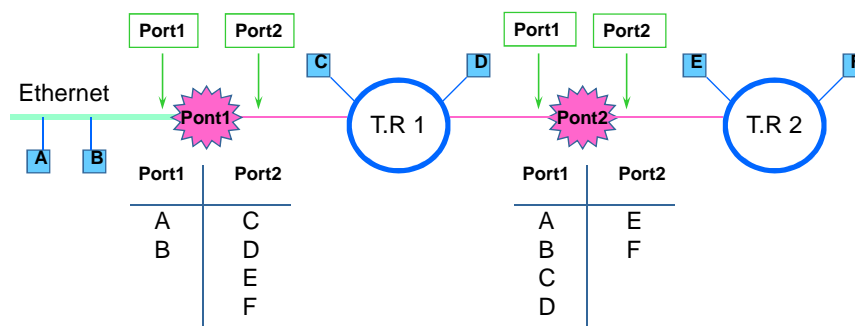
- Aussi appelé **Bridge**,
- Travail sur les trames au niveau **liaison**.
  - Offre les services des répéteurs, avec en plus :
    1. Permet de **segmenter** le réseau en sous-réseaux indépendants
    2. dispositif actif filtrant (collision) :
      - **permet de diminuer la charge du réseau : amélioration des performances.**
      - **Sécurisation des échanges entre segments**
    3. Capable de **convertir** des trames de formats différents (ex : Ethernet - Token Ring).
    4. **Administration** et filtrage configurable à **distance** (agent SNMP)

---

© Ahmed Mehaoua - 8

## Comment les ponts peuvent ils identifier les stations et leurs adresses Physiques ?

C'est le rôle des ponts à **AUTO-APPRENTISSAGE** aussi appelés **PONTS TRANSPARENTS**



© Ahmed Mehaoua - 9

## Ponts Transparents

- Conçus à l'origine pour interconnecter des réseaux **Ethernet**,
  1. fonctionnent en "auto-apprentissage"
    - découvrent automatiquement la topologie du réseau Ethernet
    - Fonctionne par défaut par inondation
    - le pont construit au fur et à mesure **une table de correspondance** entre adresses sources et segments sur lesquels les trames correspondantes sont acheminées.
  2. Evite les boucles dans des topologies multi-chemins par la mise en œuvre du protocole de l'arbre couvrant (**Spanning Tree Protocol**)
- Aujourd'hui également utilisés pour interconnecter les réseaux **Ethernet** et **Token Ring** :
  3. **Convertissent** les trames d'un format à l'autre,
    - les stations du réseau **Token Ring** doivent être configurées de manière à limiter la longueur de leurs trames à 1500 octets (longueur maximum d'une trame Ethernet); nécessaire car il n'existe pas de possibilité de segmentation au niveau de la couche LLC.

© Ahmed Mehaoua - 10

## Pont/Switch à Auto-apprentissage - Algorithme -

Lorsque le pont reçoit une trame :

Si une entrée valide dans sa table de pontage correspond à adresse de destination de la trame  
alors /\* la table de pontage contient l'adresse de destination \*/  
. si le sous-réseau associé à cette entrée est différent du sous-réseau dont est issue la trame,  
. alors /\* la trame doit être pontée \*/  
la trame (inchangée) est réémise sur ce sous-réseau.  
sinon /\* la table de pontage ne contient pas l'adresse \*/  
. la trame est diffusée vers tous les sous-réseaux sauf le sous-réseau d'où elle provient.

Si aucune entrée valide dans sa table de pontage correspond à adresse d'émission de la trame  
alors /\* la table de pontage ne contient pas l'adresse d'émission \*/  
. une entrée est créée dans la table de pontage associant l'adresse et le sous-réseau d'où est  
issue la trame.  
sinon /\* la table de pontage contient déjà l'adresse \*/  
. si le sous-réseau dont est issue la trame et celui de l'entrée sont différents  
. alors  
l'entrée est modifiée en conséquence

© Ahmed Mehaoua - 11

## Comment renforcer la fiabilité du réseau en cas de pannes d'un pont ?

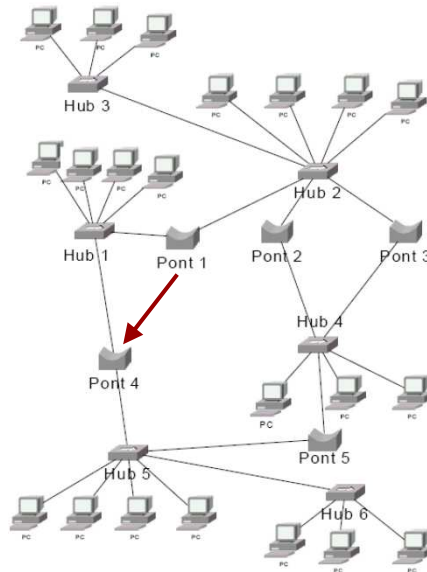
Installer plusieurs ponts en redondance, pour avoir une topologie physique multi-chemins.

- **Problème:** risques de bouclage des trames dans le réseau.
- **Solution:** utiliser un algorithme qui :
  1. construit une topologie logique sans boucles (un arbre) entres les ponts du réseau, garantissant un unique chemin entre deux stations
  2. et qui reconfigure l'arbre en cas de pannes d'un pont

C'est le rôle du protocole de l'arbre couvrant (Spanning Tree Protocol)

© Ahmed Mehaoua - 12

## Spanning Tree Protocol



© Ahmed Mehaoua - 13

## Spanning Tree Protocol

**Definit dans la norme 802.1d**

Arbre de recouvrement :

- . construction d'un arbre recouvrant tous les sous-réseaux
- . en éliminant certains ponts, on élimine les cycles
- . il existe plusieurs arbres recouvrants pour une même topologie!

Algorithme de construction d'un arbre de recouvrement total :

- . algorithme d'élection basé sur les adresses + coût + n° port.
- . la racine de l'arbre sera la station de + petite adresse
- . les liaisons actives seront celles de + faible coût à partir de cette racine.
- . en cas d'égalité, on choisit le + petit n° de port (interface de communication).

© Ahmed Mehaoua - 14

## Spanning Tree

### - Algorithme -

Pour construire un arbre couvrant, Les ponts ou commutateurs s'échangent périodiquement des trames de configuration (appelées des BPDU - Bridge Protocol Data Unit) pour invalider les chemins multiples susceptibles de créer des boucles au sein du réseau Ethernet.

L'arbre couvrant regroupe l'ensemble des plus courts chemins entre chacun des commutateurs (ponts) et un commutateur (pont) élu appelé commutateur-racine (pont-racine) (Switch Root).

Ce chemin est établi en fonction de la somme des coûts des liens entre les commutateurs, ce coût étant basé sur la vitesse des ports.

*L'arbre couvrant est construit en 3 étapes :*

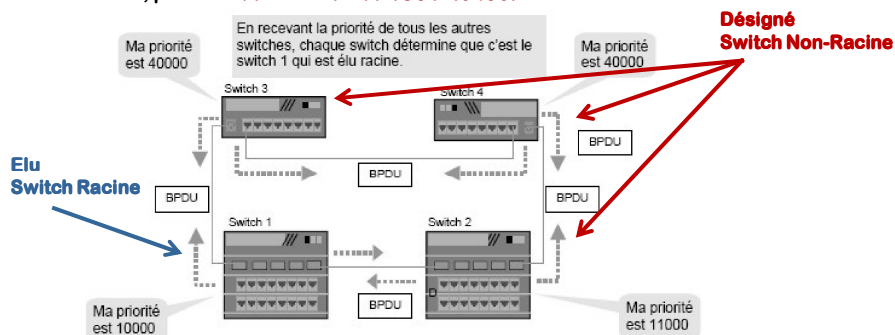
1. *Sélection d'un Switch Racine (Commutateur Racine)*
2. *Sélection d'un port Racine pour les Switch non-Root (Port Root)*
3. *Sélection d'un port désigné pour chaque segment*

© Ahmed Mehaoua - 15

## Spanning Tree

### Etape 1 – Election du Switch-Racine

- C'est celui qui possède l'**ID le plus petit**.
- L'ID d'un commutateur comporte deux parties, d'une part, la priorité (2 octets) assigné par l'administrateur du réseau et, d'autre part, l'adresse MAC (6 octets). La priorité 802.1d est d'une valeur de 32768 par défaut (sur 16 bits). Par exemple, un switch avec une priorité par défaut de 32768 (8000 Hex) et une adresse MAC 00 :A0 :C5:12:34:56, prendra l'**ID 8000:00A0:C512:3456**.

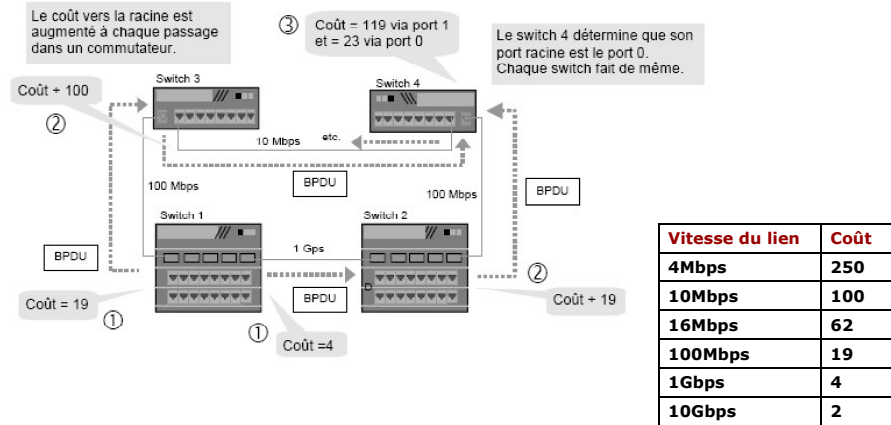


© Ahmed Mehaoua - 16



# Spanning Tree

## Etape 2 – Selection d'un port-Racine par Switch non-Root

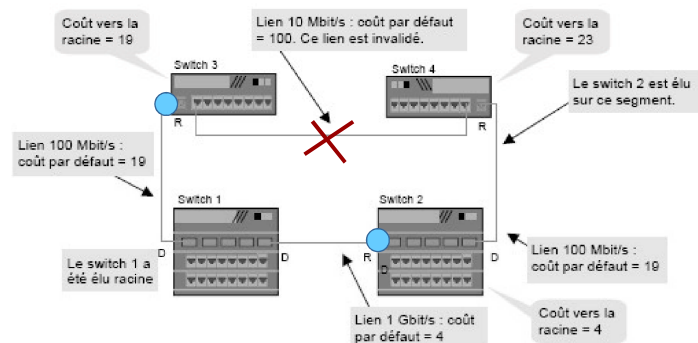


© Ahmed Mehaoua - 17

# Spanning Tree

## Etape 3 – Selection du port Designé pour chaque segment

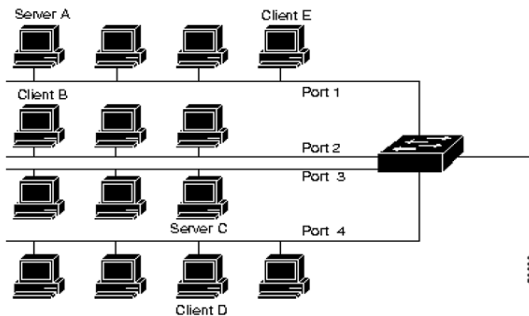
- sur chaque segment Ethernet, on détermine le **commutateur désigné** dont le port racine possède le coût de chemin vers la racine le plus bas. Ce port racine sera appelé **port désigné**. En cas d'égalité, c'est celui qui a la priorité la plus basse et, en cas de nouvelle égalité, celui qui a l'adresse MAC la plus basse.



© Ahmed Mehaoua - 18

# Commutateurs

- Aussi appelé **SWITCH**, fonctionnent au niveau Liaison,
- Mêmes fonction qu'un pont mais utilisent des **ports dédiés** et non partagés,
- **Commute** les trames au niveau MAC
- Peut gérer **simultanément** plusieurs communications (liaisons)



## Echanges simultanés :

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

## Echange non commuté :

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

© Ahmed Mehaoua - 19

# Commutateurs

- Le commutateur établit et met à jour une table d'adresses MAC, qui lui indique sur quel port diriger les trames destinées à une adresse donnée.
- Lorsqu'une trame entre dans le commutateur, celui-ci conserve l'adresse MAC de l'émetteur et le port sur lequel il l'a reçu dans la table d'adresse. C'est ainsi que la table est établie et mise à jour.
- Si l'adresse du destinataire est inconnue, alors il envoie la trame à toutes les machines du réseau. Un commutateur est similaire à un **concentrateur** dans le sens où il fournit un seul domaine de diffusion.
- En revanche, chaque port a son propre domaine de collision. Le commutateur utilise la **micro-segmentation** pour diviser les domaines de collision, un par segment connecté. Ainsi, seules les interfaces réseau directement connectées par un lien point à point sollicitent le medium.
- Si le commutateur auquel il est connecté supporte le **full-duplex**, le domaine de collision est entièrement éliminé..

© Ahmed Mehaoua - 20

## Commutateurs

### - méthodes de transmission -

- La transmission des paquets peut s'opérer de différentes manières:
  - cut through** : le commutateur lit juste l'adresse du matériel et la transmet telle quelle. Aucune détection d'erreur n'est réalisée avec cette méthode.
  - mode différé (store and forward)** : le commutateur met en tampon, et le plus souvent, réalise une opération de checksum sur chaque trame avant de l'envoyer.

Un commutateur peut dans certains cas :

- prendre en charge plusieurs réseaux virtuels (**VLAN**),
- utiliser le **spanning tree protocol** pour éviter des boucles réseau, en particulier dans une architecture redondante,
- faire office de **routeurs**, on parle alors de commutateur de niveau 3 ou L3.

Les commutateurs ont aussi des fonctionnalités qui permettent à l'administrateur de surveiller le trafic :

- le **port mirroring** (miroirisation de port): le commutateur envoie une copie de tous les paquets à une connexion réseau de surveillance.

---

© Ahmed Mehaoua - 21

## Routeurs

- Aussi appelé **Router** ou **Gateway (Passerelle)** dans Internet,
- Ils fonctionnent au niveau **réseau** (couche 3 du modèle OSI), c'est à dire avec des adresses logiques (administrées).
- Des stations interconnectés aux moyens de HUBs forment un sous-réseaux, un **routeur** a pour objectif d'interconnecter des sous-réseaux co-localisés ou distants à travers des liaisons longues distances,
- Avantages par rapport aux Ponts :**
  - le routeur est indépendant des couches physique/liaison et par conséquent est parfaitement approprié pour interconnecter des réseaux physiques de nature différente (ex. Token Ring / X.25)
  - Permet des interconnexions à travers des réseaux longues distances,

---

© Ahmed Mehaoua - 22

## Routeur coupe-feux

- Aussi appelé **pare-feux** ou **Firewall**,
  - Routeur aux fonctionnalités étendues,
  - permet une sécurité accrue (**Access Control List**),
  - placés en front d'accès extérieur de manière à protéger le(s) réseau(x) interne(s);
1. mise en oeuvre des fonctionnalités étendues entre la couche liaison Ethernet et la couche réseau IP par filtrage au niveau trame Ethernet et IP : vérifier si les règles de sécurité (définies par l'administrateur) autorisent le transfert du paquet vers le destinataire
  2. filtrage des requêtes FTP, HTTP, et autres services
  3. prévention contre les chevaux de Troie ou virus par filtrage E-mail, etc,
  4. vérification et enregistrement de toutes les communications.

---

© Ahmed Mehaoua - 23

## Passerelles

- Aussi appelé **Gateway**,
- Fonctionne au niveau 4 ou supérieur,
- Permet d'interfonctionner des systèmes d'information hétérogènes,
- Exemples : entre messageries d'entreprise, serveurs de fichiers, d'impression, ...

---

© Ahmed Mehaoua - 24