

**RÉPUBLIQUE ALÉGRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf
d'Oran**

**Faculté de génie électrique
Département d'électronique**

Cour Routage IP

Master 1 Réseaux et télécommunications

Routage IP

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

Chapitre 2: Les VLAN

Chapitre 3: Redondances sur les liens
commutés

Chapitre 4: Agrégation des liens
(Etherchannel)

Chapitre 5: Routage statique

Chapitre 6: Routage dynamique

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

Plan

1. Interconnexions
2. Principe de La commutation
3. Techniques de Commutation

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

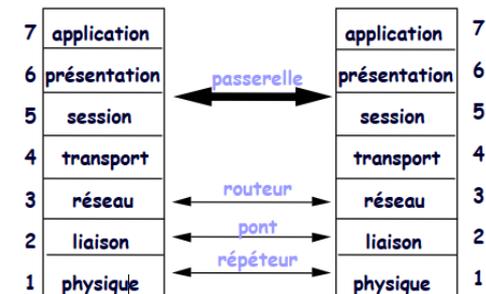
1. Interconnexions

- ❑ **Définition:** réaliser l'interfonctionnement des réseaux hétérogènes (Matériel, Capacité, taille des paquets, Protocoles, Services).
- ❑ **Méthode:** Identifier le niveau d'hétérogénéité pour établir les fonctions requises pour l'interconnexion (modèle OSI)
- ❑ **Équipement:**
 - Répéteur (Concentrateur, Hub)
 - Pont (bridge), Commutateur (Switch)
 - Routeur (Router)
 - Passerelle (Gateway)
- ❑ **Techniques:**
 - Amplification - Encapsulation
 - Fragmentation/ Réassemblage
 - Conversion de protocole/ services

❑ Problématique



❑ les solutions



❑ Le répéteur/ Hub/ Concentrateur



❑ Les ponts ■ Commutateur



❑ Les routeurs



❑ Les passerelles



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

1. Interconnexions

A. Le répéteur multipoints (Hub: Host Unit Broadcast):

Présentation:

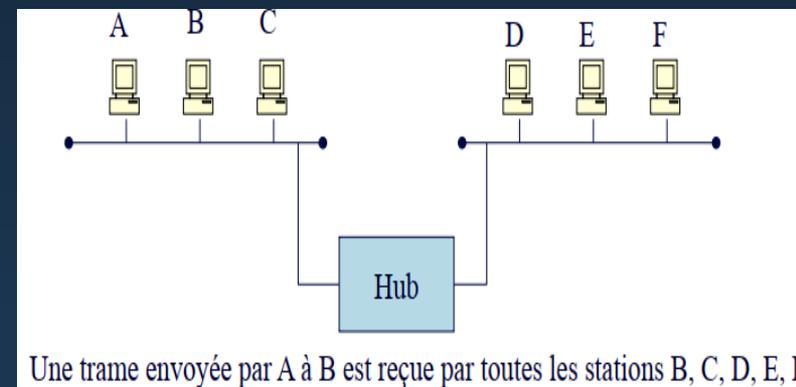
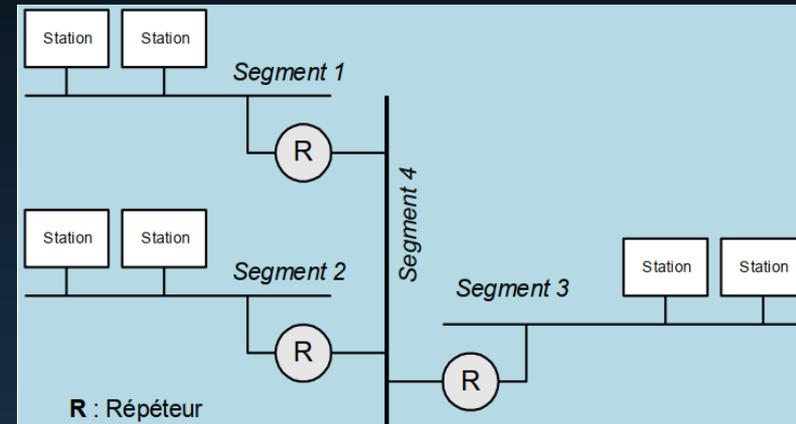
- Non intelligent : répète automatiquement tous les signaux qui lui arrivent.
- Diffusion du signal du port d'entrée vers tous les autres ports (pas de commutation),
- Ne possède pas d'@ MAC (Media Access Control),
- Permet d'amplifier ou de régénérer un signal
- Permet d'étendre la longueur du réseau (2500 m au maximum entre 2 stations).

Niveau d'utilisation : La couche physique

Exemple d'utilisation: Interconnecter deux segments Ethernet sur paire torsadée,

Limitations du répéteur:

- Diminution du débit par nœud,
- Distance maximum imposée par Ethernet (long segment 500m, long max 2,5km).
- Nombre limite de hubs par cascade (4 au max pour le support 10 BASE 5)



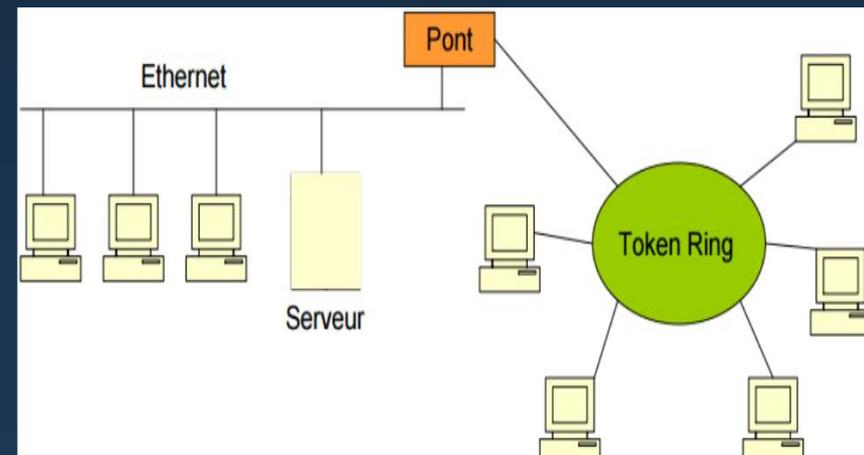
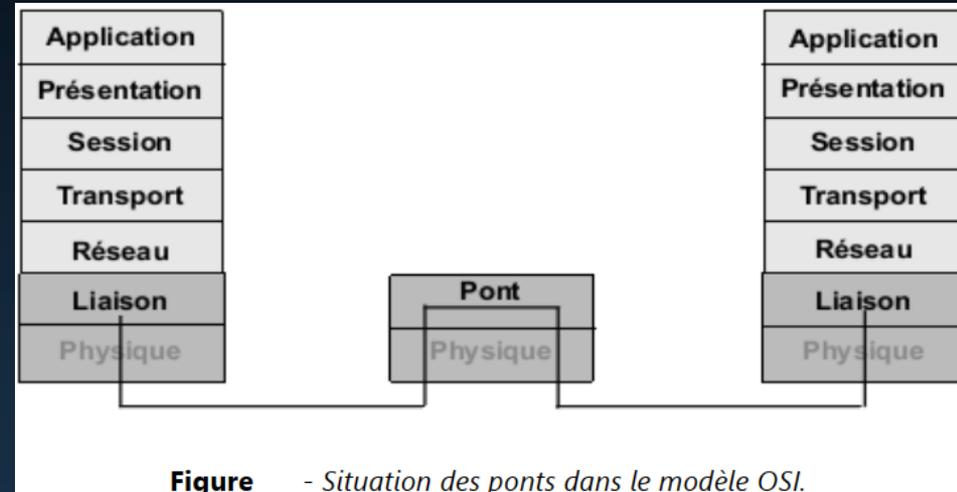
Chapitre 1: Commutation dans les LANs

1. Interconnexions

B. Le Pont (Bridge):

Présentation :

- Interconnexion au niveau MAC
- Permet de structurer un réseau en le segmentant physiquement
- Rallonger un réseau local
- Interconnecter des réseaux de natures différentes Ethernet
 - Token Ring
- Possède une @MAC transparente pour les stations,
- Filtrer le trafic non destiné à un segment
- Ne pas laisser passer les trames destinées à une station sur le même segment
- Apprentissage des information de filtrage



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

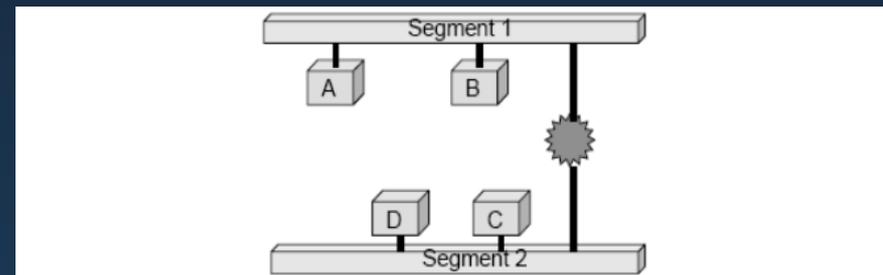
1. Interconnexions

B. Le Pont (Bridge):

Fonctionnement:

- ❑ Une table de localisation basée sur l'@MAC permet de connaître le LAN de sortie (Forwarding Data Base),
- ❑ Un timer est associé à chaque entrée de la table (station peu bavarde → éliminée),
- ❑ Quand un pont reçoit une trame:
 - Lan destination = Lan source → rejet de trame
 - Lan destination ≠ Lan source → acheminement
 - Lan destination inconnu, diffusion de la trame sur toutes les lignes sauf l'entrée
- ❑ Reformatage des trames:
 - L'en-tête de la trame diffère d'un LAN à un autre
 - Le pont doit reformater la trame:
 - Consomme de la CPU
 - Il faut recalculer le CRC

| | | | | | | | | | |
|--------|------------------------|----------------|-----------|-----------|-------------|-------------------|-----------|---------|-------------------|
| 802.3 | Adresse de destination | Adresse source | Longueur | Données | Remplissage | Total de contrôle | | | |
| 802.11 | Contrôle de trame | Durée | Adresse 1 | Adresse 2 | Adresse 3 | Séq. | Adresse 4 | Données | Total de contrôle |



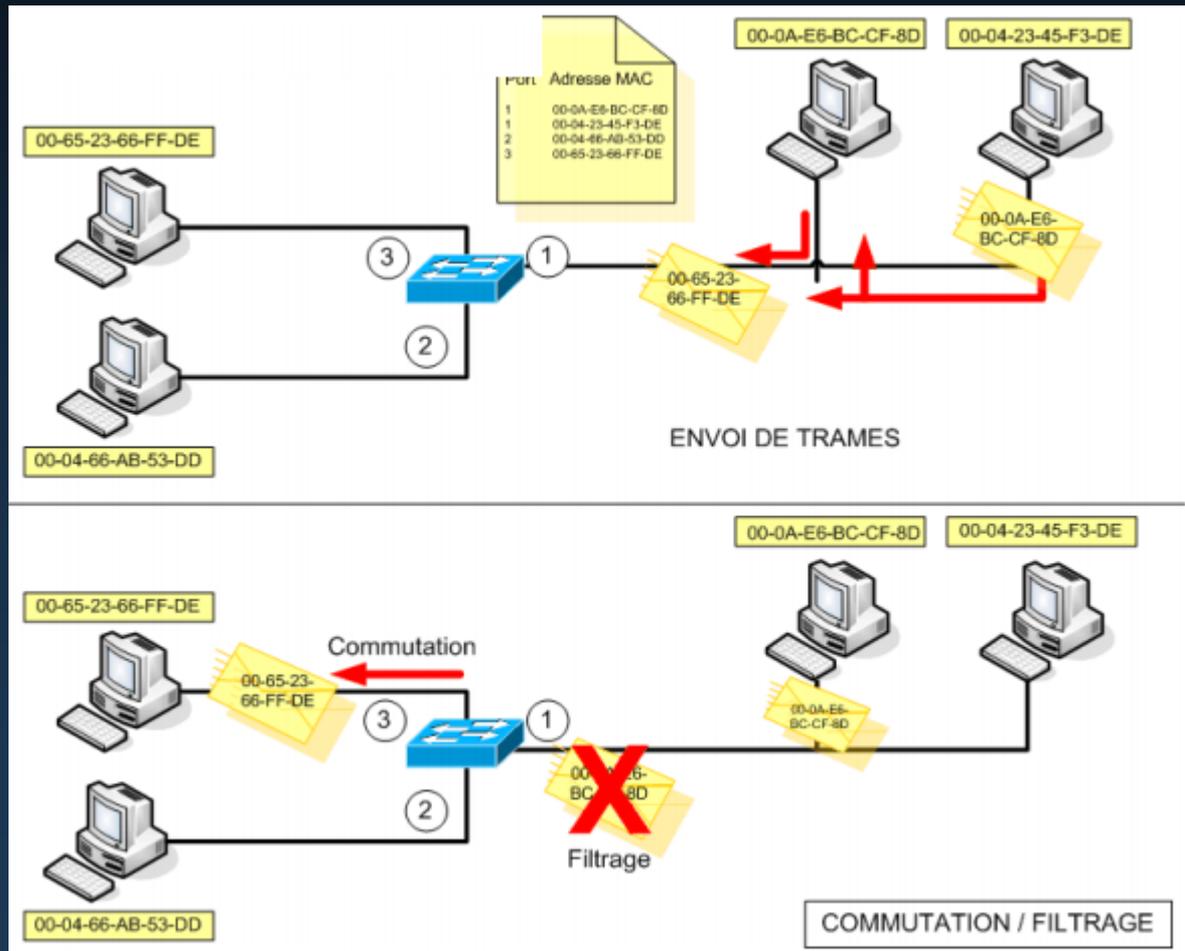
- les trames A<-->B ne sont pas transmises sur le segment 2
- les trames C<-->D ne sont pas transmises sur le segment 1,
- la distance entre A et D est en théorie illimitée avec ponts et segments en cascade ,
- les collisions sont filtrées.

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

1. Interconnexions

B. Le Pont (Bridge):

Fonctionnement:



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

1. Interconnexions

B. Le Pont (Bridge):

Types de ponts:

- ❑ Pont simple avec fonction d'acheminement: table de correspondance FDB: @MAC/port, administration manuelle (pontage statique),
- ❑ Pont transparent (TB: Transparent Bridge): à apprentissage (Learning) , construction dynamique de la table d'acheminement et sa mise à jour.
- ❑ Pont à routage par la source: routage contrôlé par l'émetteur (réseau Token-Ring)
 - La source émet une trame de découverte de route du destinataire,
 - Route mémorisée et utilisée à chaque envoi de donnée vers ce destinataire;
 - En voie de trame de donnée avec route inscrite dans cette trame,
- ❑ Pont distant (Remote Bridge): Interconnexion de Lan distants de quelques kilomètres par liaisons point à point (liaisons louées)

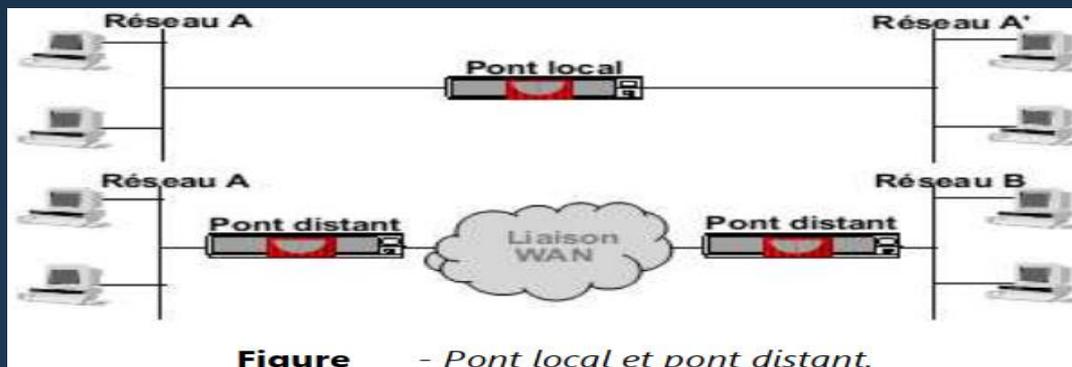


Figure - Pont local et pont distant.

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

1. Interconnexions

C. Le commutateur (Switch):

Présentation:

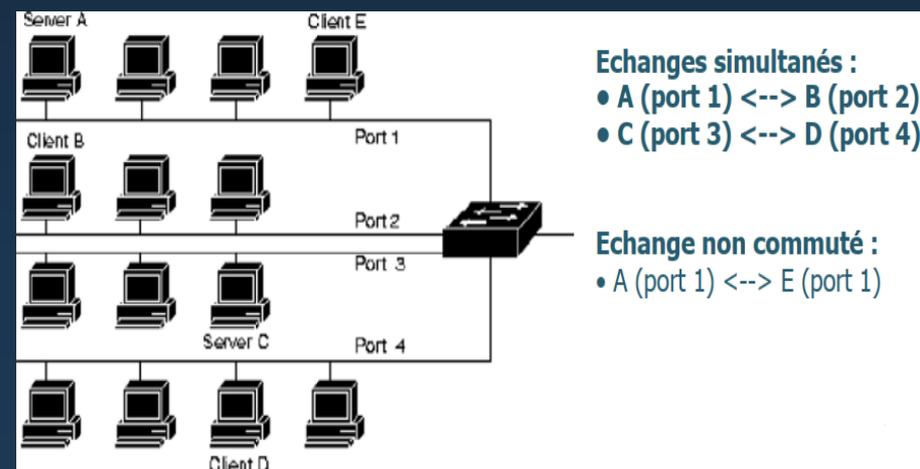
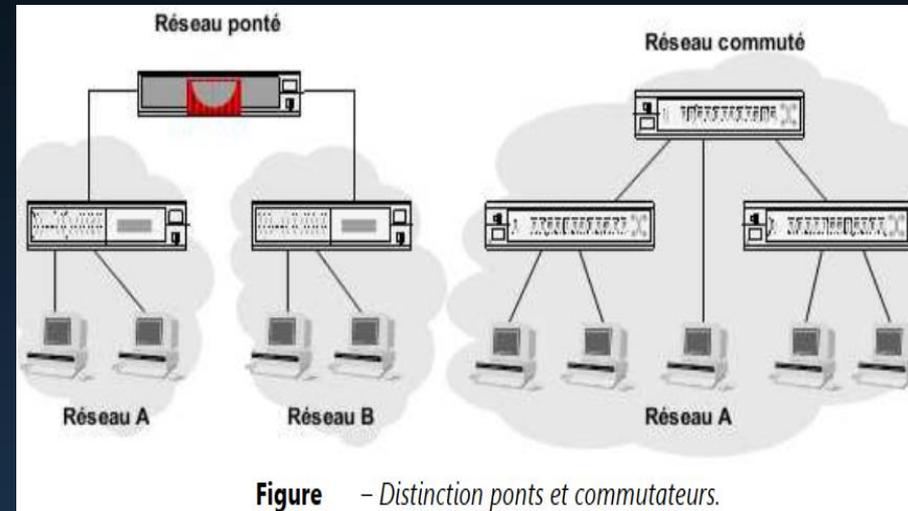
- C'est un pont amélioré (multi port),
- il permet de gérer plusieurs échanges simultanément.
- Il fonctionne en Full-duplex.
- Gère plusieurs stations par port
- Commutation de trame niveau MAC
- Deux méthodes de commutation:

1- Store and Forward:

Réception intégrale de la trame, stockage, choix du routage, retransmission vers port de sortie,

2- Fast forward (on the fly):

Retransmission de la trame en sortie dès le décodage des bits de l'adresse destination

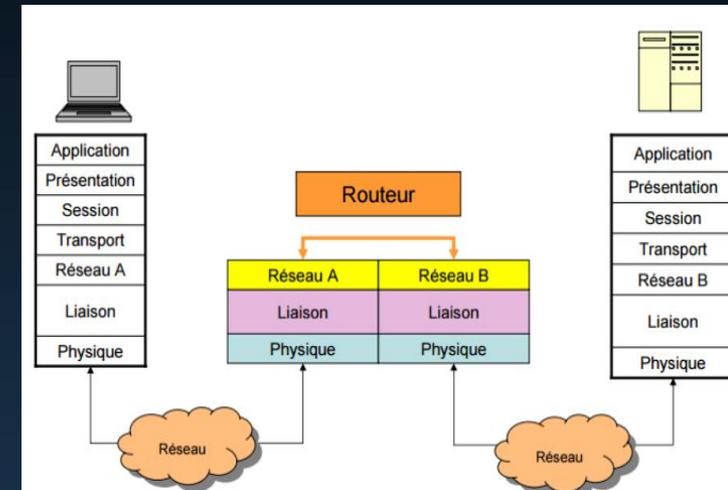


Chapitre 1: Commutation dans les LANs

1. Interconnexions

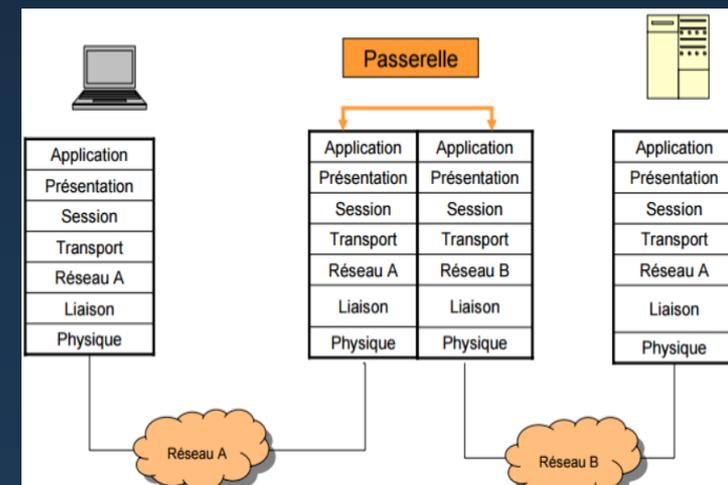
D. Le routeur (Router):

- Routage par l'adresse réseau
- Niveaux 1-3
- Sélectionne le chemin approprié pour acheminer les messages vers le destinataire,
- Dépend des protocoles de routage
- Choix d'autres routes si routeur ou lien défectueux
- Routage statique ou dynamique



E. La passerelle (Gateway):

- Relie des réseaux hétérogènes
- Adaptation et conversion de protocoles jusqu'à la couche application
- Chère/ routeur: capacité, spécifique à une application.
- Lente/routeur: conversions complexes
- Nécessite une gestion importante



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

1. Interconnexions

E. La passerelle (Gateway):

Exemples:

- Passerelle courrier électronique: conversion d'un type de système à un autre
- Passerelle IBM: Gère la communication entre hôte IBM et ordinateur central
- Passerelle internet: gestion accès entre LAN et internet
- Passerelle LAN: Communication entre segments exécutant des protocoles différents

En résumé

Le hub (concentrateur)

C'est le matériel réseau le plus basique. Utilisé pour un réseau local avec un nombre très limité de machines.

C'est une multiprise RJ45 qui amplifie le signal réseau ⇒ une requête destinée à un ordinateur X du réseau sera envoyée à la totalité des ordinateurs du réseau.

Cela réduit considérablement la bande passante et pose des problèmes d'écoute du réseau.

Les hubs travaillent sur la première couche du modèle OSI

Le Répéteur

Ce dispositif ne fait qu'amplifier le signal pour les réseaux qui s'étendent sur de longues distances.

Le Routeur

Il autorise l'utilisation de plusieurs classes d'@ IP au sein d'un même réseau et implémente un protocole de routage capable de :

- déterminer la route ayant le plus faible coût,
- permettre plusieurs routes vers le réseau,
- échanger les informations de routage précises en évitant les erreurs,
- minimiser le trafic généré par le protocole et donc maximiser la bande passante utile
- éviter les pointes de charge dans le réseau, être évolutif pour supporter la croissance du réseau, avoir un temps de convergence rapide après la détection d'un changement de routage
- mécanisme de sécurité afin d'éviter des modifications de configuration frauduleuses

Le Switch

Le switch (ou commutateur) travaille lui sur les deux premières couches du modèle OSI.

Il distribue les données à chaque machine destinataire, alors que le hub envoie toutes les données à toutes machines qui répondent.

Conçu pour travailler sur des réseaux, avec un nombre de machines légèrement plus élevé que le hub,

il élimine les collisions de paquets éventuelles (une collision apparaît lorsqu'une machine tente de communiquer avec une seconde alors qu'une autre est déjà en communication avec celle-ci..., la première réessaiera quelques temps plus tard).

Selon l'importance et le type de réseau, on utilise le plus souvent un des trois concentrateurs les plus généraux : Les Hubs, Switchs et Routeurs

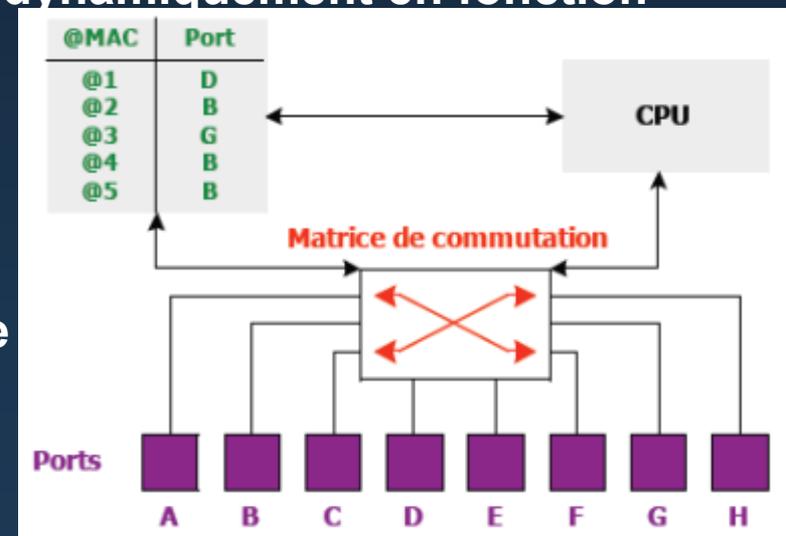
Chapitre 1: Commutation dans les LANs

2. Principe de La commutation

- ❑ Issue de la téléphonie (RCT) et des réseaux grande distance WAN
- ❑ Apparition dans Ethernet (Switched Ethernet)
 - Garantir une certaine bande passante
 - Éviter les problèmes d'effondrement dans le cas des réseaux chargés
 - Communication full- duplex

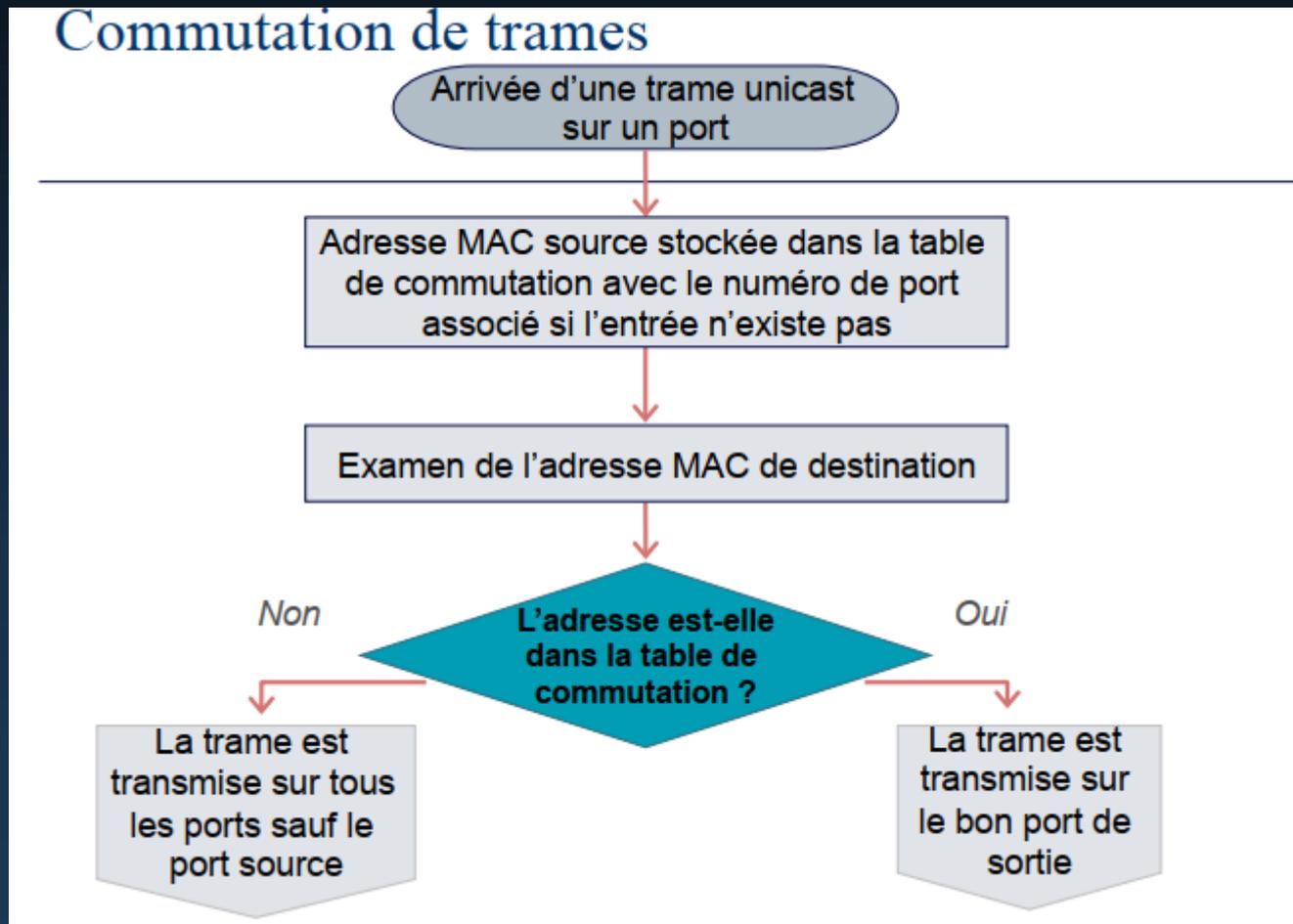
❑ Principe:

- Mise en relation directe d'un port d'entrée avec un port de sortie
- Établissement d'une liaison point à point dynamiquement en fonction d'une table d'acheminement (FDB)
- Plus de problème d'accès multiples au support (éviter les Collision)
- Table construite par analyse du trafic entrant (@MAC source)
- Trame à destination d'une @ qui ne figure pas dans la table est répétée sur tous les ports sauf celui de l'entrée
- Entrées les plus anciennes sont effacées



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

2. Principe de La commutation



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

2. Principe de La commutation

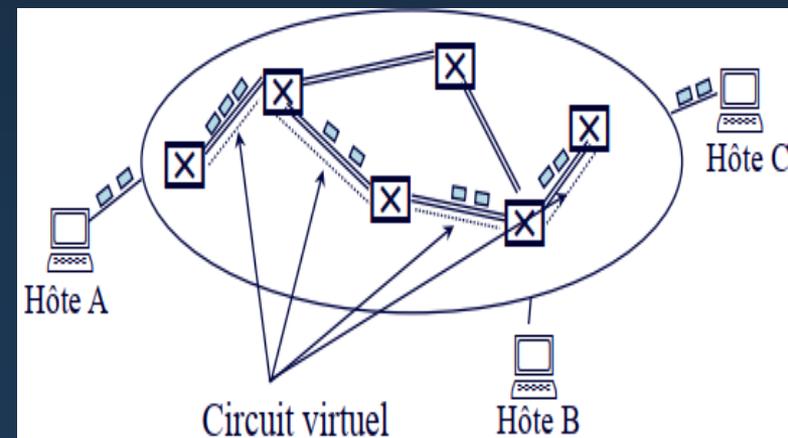
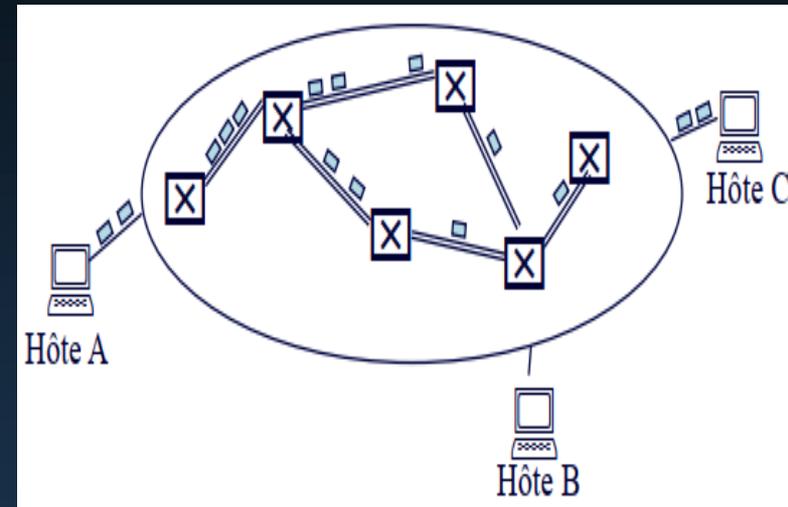
□ Modes de mise en relation:

1. Mode non connecté (Datagramme) :

- Une seule phase
- Simple
- Plusieurs chemins possibles
- Utilisé pour la messagerie électronique (n'exige pas la présence du destinataire)
- Service non fiable (aucune garantie)

2. Mode connecté :

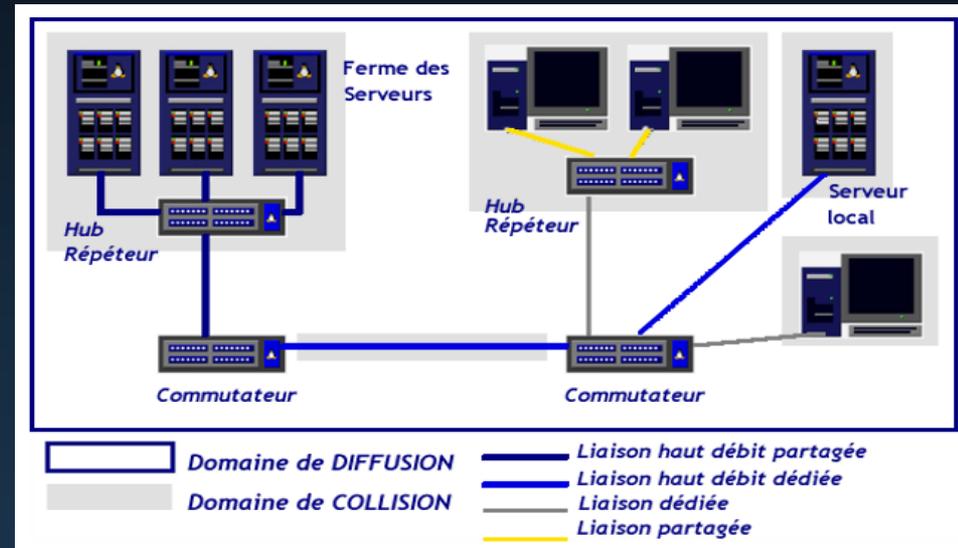
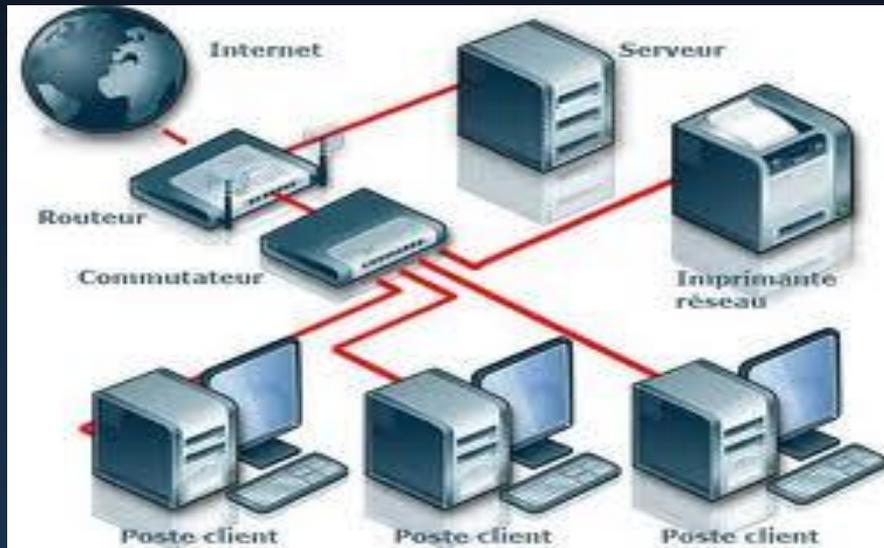
- Etablissement d'une connexion
- Transfert des données
- Libération de la connexion
- Service fiable
- Complexe
- Chemin dédié
- SVC ou PVC
- Utilisé pour transfert de voix ou de fichiers



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

2. Principe de La commutation

❑ Modes de commutation:



Commutation par port:
une station derrière un port

Commutation par segment:
Plusieurs stations derrière un port
du switch: c'est un segment

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

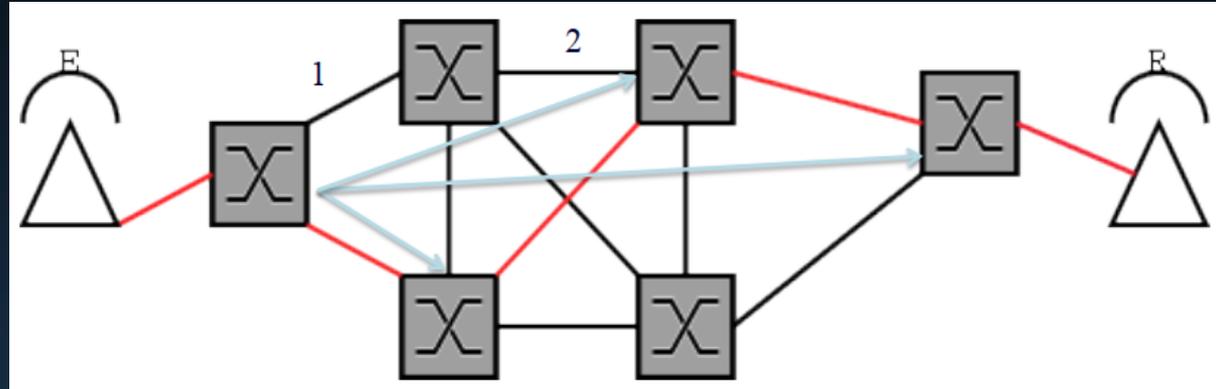
2. Principe de La commutation

▪ **Nombres de liens:**

$$L = N(N-1)/2$$

$$N = 6$$

$$L = 15$$



▪ **Temps de transmission d'un paquet:**

$$T_p = L / p D$$

▪ **Temps de traversée du réseau (temps d'émission d'un message):**

$$T_e = (L + pH)(1 + N/p) / D$$

L: longueur du message, N: nombre des nœuds, p: nombre de paquets,

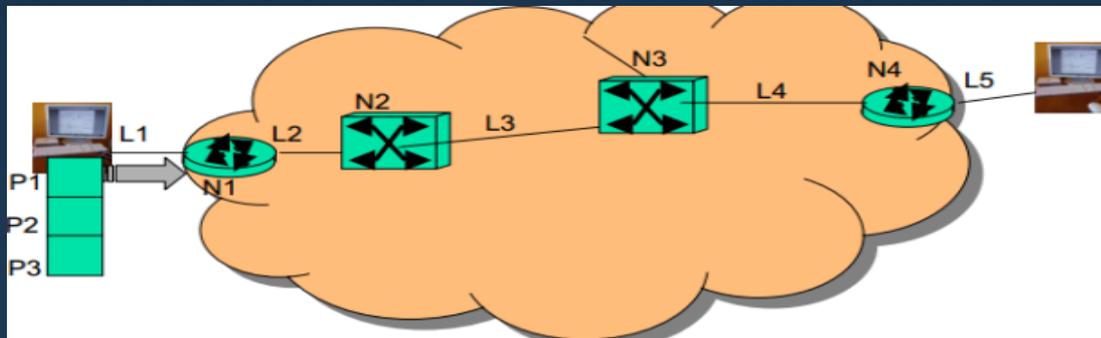
H: taille de l'entête, D: débit, **Un message = p paquets**

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

3. Techniques de commutation

Types de commutation :

- **Commutation de circuits: ($p=0, N=1$)**
 - Le message est transmis en un seul bloc
 - Aucun nœud dans le réseau,
 - connexion établie à l'avance,
 - Circuit dédié par appel (RTC), ressources non partagées
- **Commutation de messages($p=1, N>0$)**
 - Un message est transmis en un seul bloc
 - Il peut y avoir plusieurs nœuds dans le réseau
- **Commutation de paquets: ($p\geq 1, N\neq 0$)**
 - Il peut y avoir plusieurs nœuds dans le réseau
 - Données envoyées sur le réseau par morceaux
 - Plusieurs utilisateurs utilisent le réseau simultanément

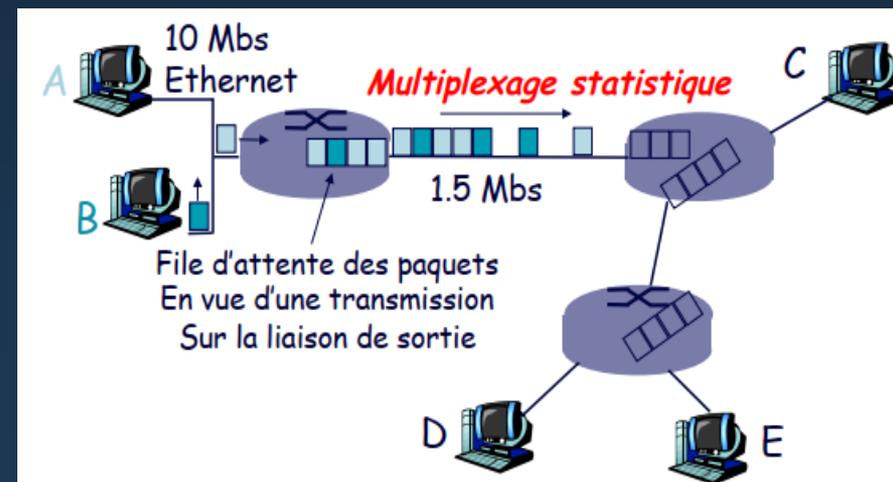
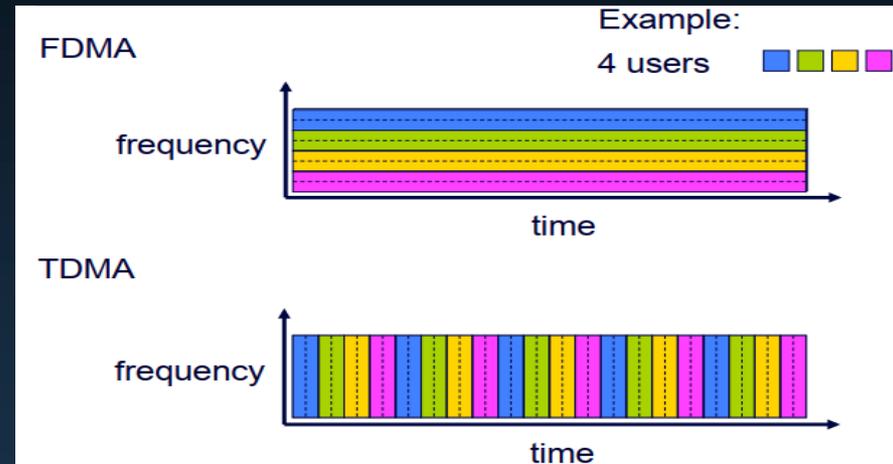


Chapitre 1: Commutation dans les LANs

3. Techniques de commutation

Types de commutation :

- **Commutation de circuits:**
 - Frequency-division multiple access
 - Time-division multiple access
- **Commutation de paquets:**
 - Flux de données divisé en paquets
 - A et B partagent les ressources
 - Chaque paquet utilise la BP totale du lien
 - **Problèmes de ressources:**
 - La demande en ressource peut dépasser la moyenne disponible
 - Congestion: paquets en file d'attente pour utiliser le lien,
 - Store and Forward



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

3. Techniques de commutation

❑ **Cut through ou fast forward (commutation rapide à la volée):**

- Dès que le port de destination est connu (premier champ de la trame Ethernet), les données sont recopiées directement vers le port de sortie,
- Nombre de trames commutées /s élevé
- Faible temps de latence
- Propagation des trames erronées et trames ayant subi des collisions

❑ **Store & Forward (stockage avant retransmission):**

- Une trame est entièrement mémorisée avant retransmission
- Vérification du CRC, des longueurs minimales et maximales des trames, détection des trames de collision: commutation uniquement des trames valides
- Consommation de la mémoire sur le commutateur, délai supplémentaire

❑ **Fragment Free**

- Équivalent à Cut through mais supprime les trames trop courtes (collision)
- Retransmission d'une trame après avoir reçu les 64 premiers octets (augmentation de la durée d'une fenêtre de collision)

❑ **Méthode adaptative**

- Démarrage en Cut through
- Store & Forward au delà d'un certain seuil de taux d'erreurs calculé par le CRC

M1 RT ○ Retour au Cut through en dessous du seuil

Routage IP/KADIRI

Chapitre 1: Commutation dans les LANs

3. Techniques de commutation

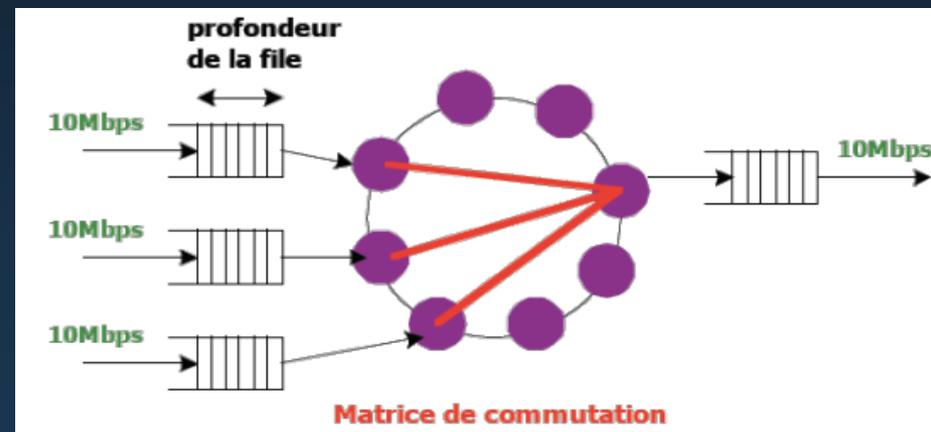


❑ Problème de conjection

- Plusieurs ports d'entrée peuvent être dirigé simultanément vers le même port de sortie
- Saturation des files d'attente (perte des trames)

Contrôle de flux:

- Half-duplex: envoie de de donnée vers les Liens qui consommes trop de ressources du commutateur -> arrêt de l'émission (Collision)
- Full-duplex: émission d'une trame particulière indiquant un délais pendant lequel l'équipement ne doit plus emettre de trames



Chapitre 1: Commutation dans les LANs

Conclusion

❑ Meilleur accès au médias

- Meilleur contrôle de la BP: le trafic est dirigé vers la station spécifiée uniquement
- La charge du réseau est mieux répartie (segmentation du trafic)
- Moins de conflit d'accès, collision réduites

❑ Les trames de diffusion sont répétées sur tous les ports

❑ Intelligence sur le port du commutateur

- Analyse des trames, mémorisation, prise de décision
- Temps de traversé de l'équipement plus élevé

❑ Deux techniques : Store & Forward et Cut Through