

CHAPITRE 1 : Interconnexion des réseaux Commutation (Switching) & Routage (Routing)

Mohammed SABER

Département Électronique, Informatique et Télécommunications
École Nationale des Sciences Appliquées "ENSA"
Université Mohammed Premier OUJDA

Année Universitaire : 2016-2017

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Concepts de commutation et de routage
- 3 Problématiques de commutation
- 4 Commutateurs
- 5 Concepts de la segmentation LAN
- 6 Les équipements d'interconnexion des réseaux

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Concepts de commutation et de routage
- 3 Problématiques de commutation
- 4 Commutateurs
- 5 Concepts de la segmentation LAN
- 6 Les équipements d'interconnexion des réseaux

Introduction

- Pour échanger des informations entre 2 entités communicantes quelconques à travers un ou plusieurs réseaux :
 - les deux correspondants doivent être mis en relation (**notion de commutation**).
 - chaque correspondant doit être identifié et localisé de manière unique sur le réseau (**notions d'adressage et de nommage**).
 - le réseau doit acheminer les blocs d'information vers le destinataire (**notion de routage**).
 - la taille des unités de données transférées doit être adaptée aux capacités du réseau (**notion de segmentation**).
 - le trafic admis dans le réseau ne doit pas conduire à l'effondrement de celui-ci (**notion de contrôle de congestion**).
- On distingue :
 - les nœuds supportant les applications utilisateurs (hôtes ou "end systems")
 - les nœuds servant de relais à la communication entre deux "end systems" (nœuds de commutation, ...).

- Problèmes liés à l'interconnexion des réseaux et aux réseaux longues distances :
 - Grande couverture géographique (type ou classe de réseau).
 - Hétérogénéité (données, voix, vidéos, ...).
 - Des réseaux raccordés (clients) (équipements ...).
 - Des modes de transmission (cœur et clients) et des applications.
 - Agrégation de trafic importante (risque de congestion).
 - Mélange de réseaux publics et privés.
 - Tarification du trafic par les opérateurs avec éventuellement des qualités de services différentes.
 - Soucis de performance (traversée des équipements) et d'équité (entre clients).
- Comment mettre en relation deux entités communicantes du réseau ? (Commutation ou routage).
- Comment répartir la charge du réseau et être résistant aux pannes ? (plusieurs chemins pour aller de A à B, si plusieurs chemins, lequel choisir ?).

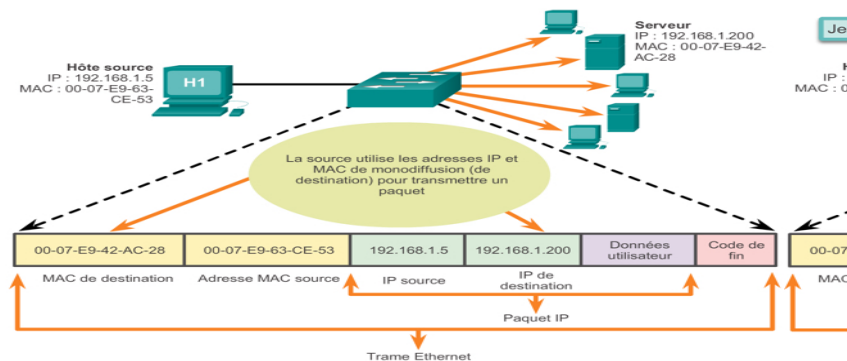
- La commutation est la fonction qui permet de réaliser une liaison (chemin, relation, ...) entre deux machines à travers le réseau, dans chaque nœud de commutation, il y a aiguillage de l'information assuré par commutateur.
- La commutation est une technologie qui permet d'atténuer la congestion au sein des réseaux LAN (Ethernet, Token Ring et FDDI) ou WAN, en réduisant le trafic et en augmentant la bande passante.
- Aujourd'hui, dans le cadre de la transmission de données, tout l'équipement de commutation effectue deux activités de base :
 - 1 La commutation de données - Cette opération se produit lorsqu'une donnée (Trame ou Paquet) qui est parvenue au niveau d'un média d'entrée est transmise à un média de sortie.
 - 2 La gestion des opérations de commutation - Un nœud de commutation (commutateur ou routeur) crée et gère des tables de commutation.

- 1 Introduction
- 2 Concepts de commutation et de routage
- 3 Problématiques de commutation
- 4 Commutateurs
- 5 Concepts de la segmentation LAN
- 6 Les équipements d'interconnexion des réseaux

- Il existe deux méthodes pour effectuer la commutation de données : la commutation des trames de couche 2 OSI (Couche 1 de TCP/IP) et la commutation (routage) de paquets de couche 3 OSI (Couche 2 de TCP/IP).
- Les routeurs utilisent le routage (commutation de couche 3) pour acheminer les paquets des données.
 - Les commutateurs utilisent la commutation (couche 2) pour acheminer les trames des données.
 - La différence entre la commutation et le routage réside au niveau du type d'informations utilisé dans la trame (paquet) pour déterminer la bonne interface de sortie.
 - Dans le cas de la commutation, les trames sont commutées en fonction des adresses MAC.
 - Dans le cas de le routage, les paquets sont cheminer en fonction des adresses IP (selon les informations de couche réseau).
 - Les commutateurs sont utilisés pour faire la commutation.
 - Les routeurs sont utilisés pour faire le routage.

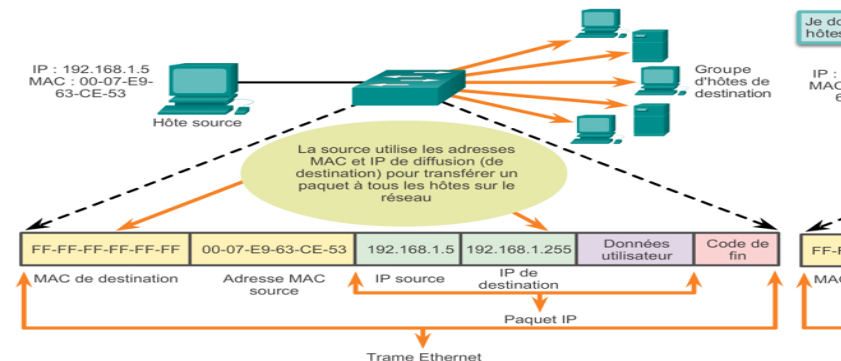
Unicast : Monodiffusion

L'envoi monodiffusion est utilisé lorsqu'une trame est envoyée à partir d'un seul périphérique émetteur, à un seul périphérique destinataire.



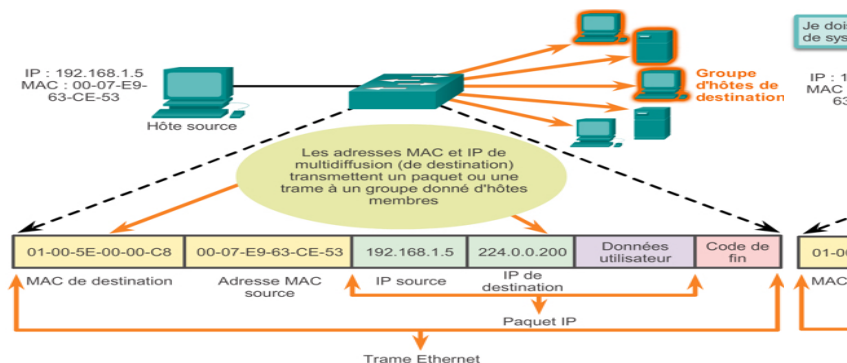
Broadcast : Diffusion

L'envoi diffusion est utilisé lorsqu'une trame est envoyée à partir d'un seul périphérique émetteur, à tous les périphériques destinataires de même réseau.



Multicast : Multidiffusion

L'envoi diffusion est utilisé lorsqu'une trame est envoyée à partir d'un seul périphérique émetteur, à un groupe des périphériques destinataires (pas obligatoirement de même réseau).



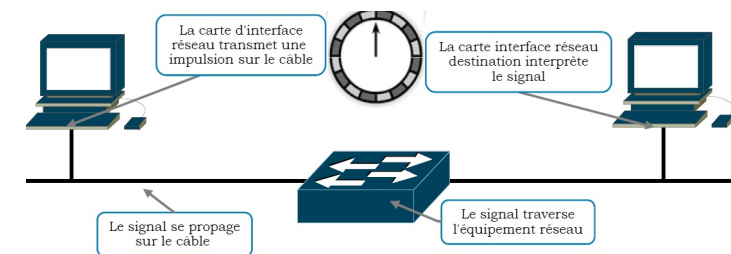
Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Concepts de commutation et de routage
- 3 Problématiques de commutation
- 4 Commutateurs
- 5 Concepts de la segmentation LAN
- 6 Les équipements d'interconnexion des réseaux

- La **congestion** apparaît dès que le **débit utile d'un flux d'entrée** (ou la somme des débits des flux d'entrée) **est supérieure au débit utile de sortie**.
- Dans cette image, il y a deux aspects intéressants :
 - Si l'émetteur des trames accélère le rythme ou si plusieurs émetteurs vous envoient des trames vous risquez d'être rapidement débordé ! Résultat, vous allez perdre des trames. Vous êtes confronté à une congestion en entrée ! Le débit d'entrée est supérieur à votre capacité de traitement ! Si vous vous retournez plus vite (l'image du traitement) vous pourriez prendre plus de trames en charge !
 - On peut également deviner que si votre capacité de traitement est supérieur, vous vous retournez plus vite pour passer vos trames. Il est alors possible que l'émetteur à qui vous passez la trame soit également débordé. Vous êtes confronté à une congestion en sortie ! La capacité de traitement est supérieure au débit de sortie ! Il est intéressant de remarquer que plus vous êtes performant, plus vous risquez d'être en congestion en sortie !

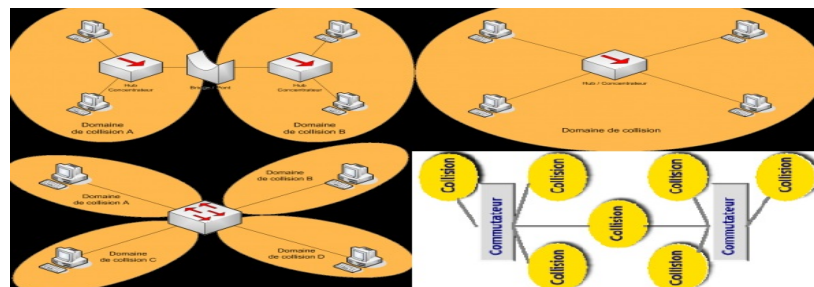
Latence d'un réseau

- La latence, parfois appelée délai, est le temps que prend une trame (ou un paquet) pour voyager entre la station d'origine (nœud) et la destination finale sur le réseau.
- Des équipements réseaux peuvent accroître la latence dans le réseau :
 - Un routeur ou un commutateur doit extraire les informations d'adressage pour les interpréter. Ce traitement introduit de la latence.
 - Équilibrer l'utilisation d'équipements pour réduire la latence tout en limitant la portée du trafic de diffusion ou le taux de collision.



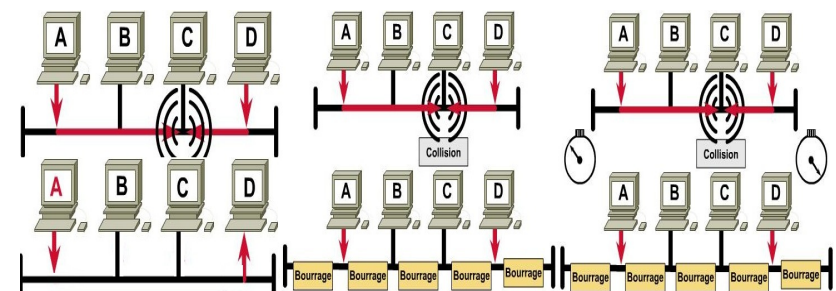
Domaine de collision

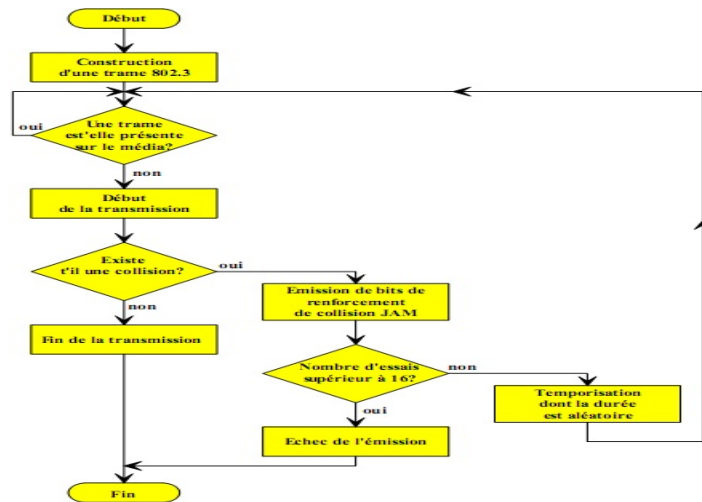
- Un domaine de collision est une zone logique d'un réseau informatique où les paquets de données peuvent entrer en collision entre eux, dans un réseau Ethernet.
- Un domaine de collision peut être un seul segment de câble Ethernet, un seul concentrateur ou même un réseau complet de concentrateurs et de répéteurs.



CSMA/CD

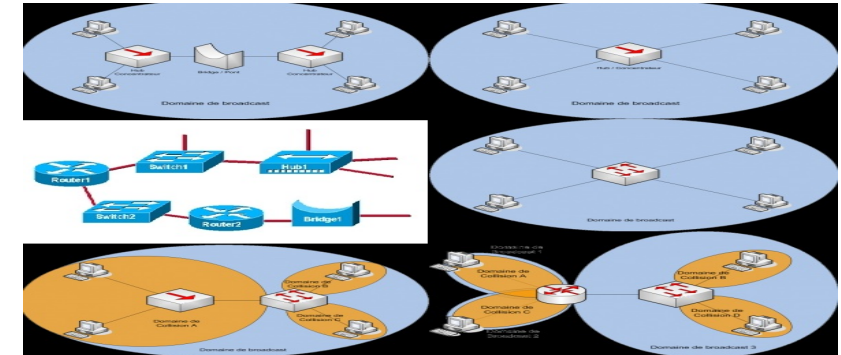
- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) ou accès multiple avec détection de porteuse, est une méthode qui permet de réduire le nombre de conflits d'accès au média.
- Cette méthode est dite probabiliste puisque le délai d'attente après collision (ou après la transmission) entre plusieurs trames suit une loi aléatoire.





Domaine de diffusion

Un domaine de diffusion (broadcast domain) est une zone logique d'un réseau informatique où un ordinateur quelconque connecté au réseau peut directement transmettre à tous les autres ordinateurs du même domaine, sans devoir passer par un routeur.



Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Concepts de commutation et de routage
- 3 Problématiques de commutation
- 4 Commutateurs
- 5 Concepts de la segmentation LAN
- 6 Les équipements d'interconnexion des réseaux

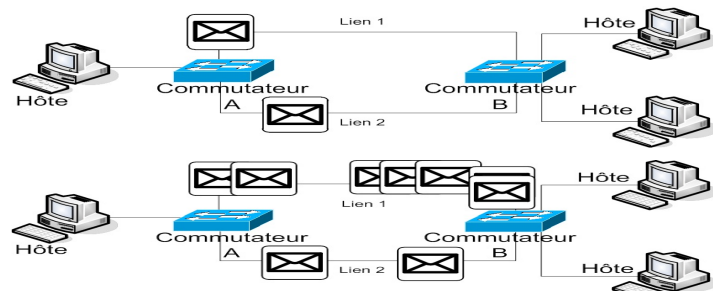
Généralités sur le commutateur

- Les commutateurs en fonction de base travaillent au niveau de la couche 2 de l'OSI (Couche 1 de TCP/IP) nommée aussi Liaison de données (Accès réseau).
- Le commutateur est le centre de la topologie étoile.
- Le commutateur a pour unité de traitement et de transmission c'est la trame.
- Les commutateurs sont des ordinateurs dédiés et spécialisés qui contiennent : une unité centrale de traitement, une mémoire à accès aléatoire (RAM) et un système d'exploitation.
- Les commutateurs comportent généralement plusieurs ports qui servent à connecter des hôtes ainsi que des ports spécialisés pour la gestion de ces équipements.

Fonctionnement d'un commutateur

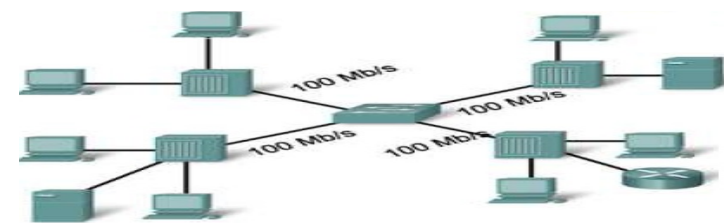
Le commutateur possède trois particularités essentielles :

- La capacité d'apprendre les adresses MAC des matériels attachés à ses ports.
- La capacité de diriger la trame vers le bon port si l'adresse MAC destinataire est référencée dans sa table.
- La capacité de détecter et d'éviter les bouclages ou redondances grâce au protocole spanning-tree.



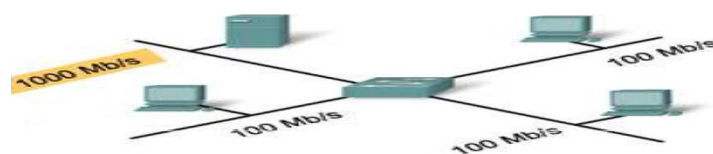
Commutateur symétrique

- La commutation symétrique est une façon de caractériser un commutateur LAN en fonction de la bande passante attribuée à chaque port du réseau.
- Un commutateur symétrique fournit une connexion commutée entre les ports offrant la même bande passante, tels que tous les ports de 10Mbps, de 100Mbps ou de 1000Mbps.



Commutateur asymétrique

- La commutation asymétrique permet d'attribuer davantage de bande passante au port de commutateur du serveur afin d'éviter les problèmes de congestion.
- Le trafic devient ainsi plus fluide lorsque plusieurs clients communiquent simultanément avec le même serveur.
- La commutation asymétrique fournit des connexions commutées entre des ports de débit différent, par exemple entre une combinaison de ports de 10Mbps, de 100Mbps et de 1000Mbps.
- La commutation asymétrique nécessite l'utilisation de la mémoire tampon pour conserver les trames contiguës entre les ports de débit différent.



Mise en mémoire tampon

- Un commutateur Ethernet peut utiliser une technique de mise en mémoire tampon pour stocker et transmettre des trames.
- Il est également possible de recourir à la mise en mémoire tampon lorsque le port de destination est occupé.
- La zone de mémoire dans laquelle le commutateur stocke les données s'appelle la **mémoire tampon**.
- Cette mémoire peut utiliser deux méthodes pour acheminer les trames : la mise en mémoire tampon **axée sur les ports** et la mise en mémoire tampon **partagée**.

Mémoire tampon axée sur port

- Les trames sont placées dans des files d'attente liées à des ports entrants spécifiques.
- Une trame n'est transmise au port sortant que si toutes les trames qui la précèdent dans la file d'attente ont été correctement transmises.
- Une seule trame peut retarder la transmission de toutes les trames en mémoire en raison d'un port de destination occupé.
- Ce retard se produit même si les autres trames peuvent être transmises à des ports de destination libres.

Mémoire tampon partagée

- La mise en mémoire partagée stocke tous les paquets dans une mémoire tampon commune que partagent tous les ports du commutateur.
- La quantité de mémoire allouée à un port est déterminée par la quantité nécessitée par chaque port.
- C'est ce que l'on appelle l'allocation dynamique de la mémoire tampon.

Afin de transmettre les trames, le commutateur propose 3 modes implémentés selon les modèles de commutateurs.

Store and Forward



Un commutateur store-and-forward reçoit la trame en entier et calcule le CRC. Si le CRC est valide, le commutateur recherche l'adresse de destination qui détermine l'interface de sortie. La trame est ensuite acheminée par le port approprié.

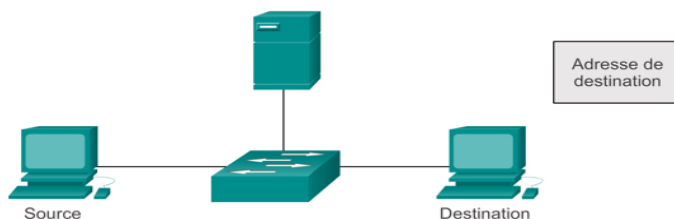
Cut-through



Un commutateur cut-through achemine la trame avant qu'elle ne soit entièrement reçue. Au minimum, l'adresse de destination de la trame doit être lue avant que celle-ci ne soit retransmise.

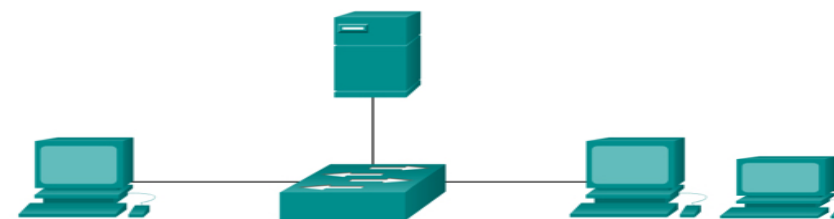
Mode différé (Store & Forward)

- Un commutateur store-and-forward reçoit la trame en entier et calcule le CRC.
- Si le CRC est valide, le commutateur recherche l'adresse de destination qui détermine l'interface de sortie.
- La trame est ensuite acheminée par le port approprié.



Mode direct (Cut-through)

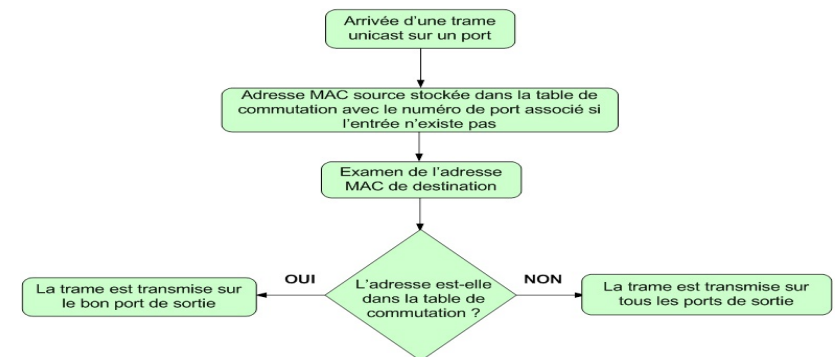
- La trame est envoyée via le commutateur avant la réception complète.
- L'adresse de destination de la trame doit être lue avant la transmission de la trame.
- Ce mode réduit à la fois la latence de la transmission.
- Aucune détection d'erreur n'est réalisée avec cette méthode.



Mode fragment free

- Filtre les fragments de collision avant de commencer la transmission.
- Les fragments de collision constituent la majorité des erreurs de trame.
- La taille des fragments de collision doit être inférieure à 64 octets.
- Tout fragment d'une taille supérieure à 64 octets constitue une trame valide.
- En mode de commutation Fragment-Free, la trame doit être considérée comme n'étant pas un fragment de collision pour être acheminée.
- La latence est mesurée à partir du premier bit reçu jusqu'au premier bit transmis.

- Le fonctionnement du commutateur est basé sur sa capacité à apprendre les adresses MAC des matériels connectés à ses ports.
- Cet apprentissage permet la création et la mise à jour d'une table contenant des couples adresses MAC-Port.
- Au démarrage du commutateur, cette table est vide.
- Comment se passent alors l'envoi des trames et l'apprentissage des adresses ?



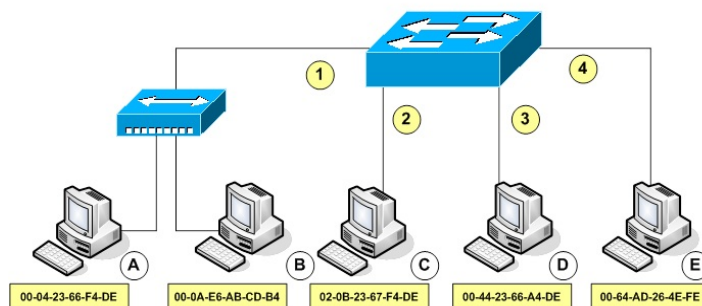
Port	Adresse(s) MAC
1	00-04-23-66-F4-DE
2	
3	
4	

A veut communiquer avec E

- A connaît l'adresse MAC de E
- A envoie une trame en unicast

Le commutateur n'a pas l'adresse de E dans sa table de commutation

- Le commutateur reçoit la trame de A par le port 1
- Le commutateur envoie la trame de A en unicast sur les ports 2, 3 et 4



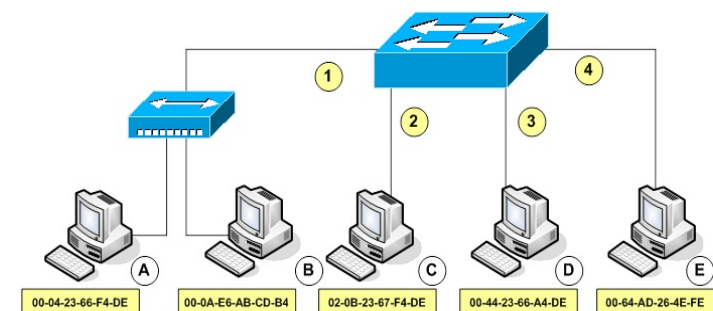
Port	Adresse(s) MAC
1	00-04-23-66-F4-DE
1	00-0A-E6-AB-CD-B4
2	02-0B-23-67-F4-DE
3	00-44-23-66-A4-DE
4	00-64-AD-26-4E-FE

A veut communiquer avec E

- A ne connaît pas l'adresse MAC de E
- A envoie une trame en broadcast

Le commutateur reçoit la trame de A par le port 1

- Le commutateur envoie la trame de A en broadcast sur les ports 2, 3 et 4



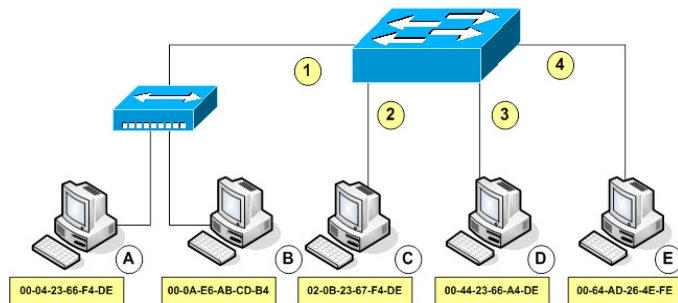
Port	Adresse(s) MAC
1	00-04-23-66-F4-DE
1	00-0A-E6-AB-CD-B4
2	02-0B-23-67-F4-DE
3	00-44-23-66-A4-DE
4	00-64-AD-26-4E-FE

A veut communiquer avec E

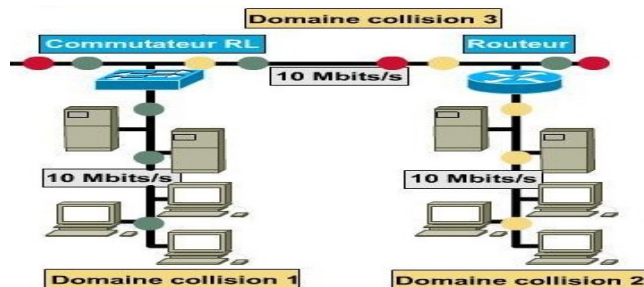
- A connaît l'adresse MAC de E
- A envoie une trame en unicast

Le commutateur a l'adresse de E dans sa table de commutation

- Le commutateur reçoit la trame de A par le port 1
- Le commutateur envoie la trame de A en unicast sur le port 4



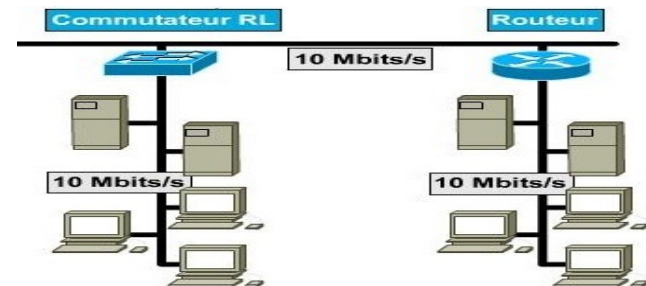
- La segmentation permet d'isoler le trafic entre les segments.
- Elle augmente la bande passante disponible pour chaque utilisateur en des domaines de collision plus petits.



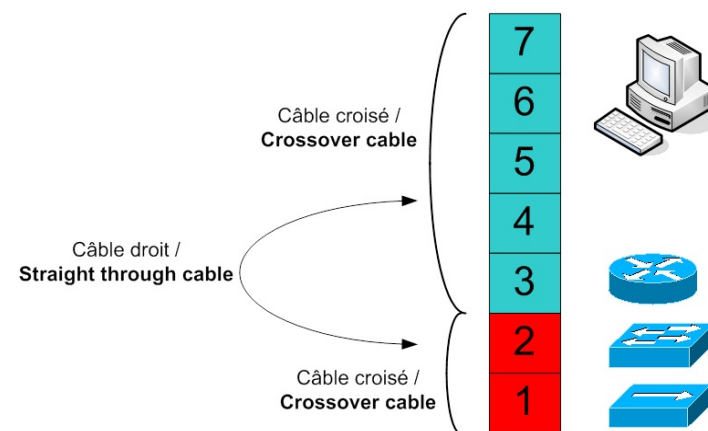
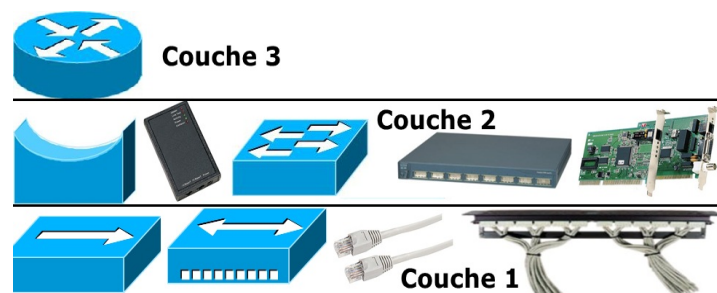
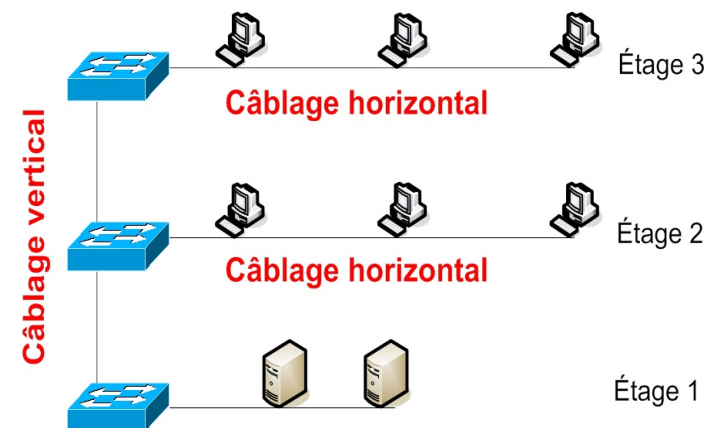
Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Concepts de commutation et de routage
- 3 Problématiques de commutation
- 4 Commutateurs
- 5 Concepts de la segmentation LAN**
- 6 Les équipements d'interconnexion des réseaux

- Les types d'équipements assurant l'interconnexion des segments de médias définissent les domaines de collision et de diffusion.
- Les équipements de couche 2 et 3 segmentent les domaines de collision. Ce processus est d'ailleurs appelé «**segmentation**».



- 1 Introduction
- 2 Concepts de commutation et de routage
- 3 Problématiques de commutation
- 4 Commutateurs
- 5 Concepts de la segmentation LAN
- 6 Les équipements d'interconnexion des réseaux



QUESTIONS ?

