



Institut Supérieur d'Informatique et de
multimédia de Gabès (ISIMG)



Cours : Les services réseaux

Année universitaire : 2023-2024

1

Plan

Chapitre 1 : Les réseaux commutés

Chapitre 2 : Les réseaux locaux virtuels

Chapitre 3 : Le routage

Chapitre 4 : La résolution des noms de domaine (DNS)

Chapitre 5 : L'allocation dynamique d'adresses IP (DHCP)

Chapitre 6 : La traduction d'adresses (NAT)

Chapitre 7 : La gestion des comptes (LDAP)

2



Institut Supérieur d'Informatique et de
multimédia de Gabès (ISIMG)



Chapitre 1 : Les réseaux commutés

Année universitaire : 2023-2024

3

Plan

- I. Introduction
- II. Fonctionnement des commutateurs
- III. La commutation
- IV. Le protocole Spanning Tree

4

I. Introduction

- ❑ Un réseau local (LAN) est un réseau formé par un ensemble de périphériques qui peuvent communiquer ensemble sans passer par Internet.
- ❑ Un réseau local commuté est un réseau constitué de commutateurs qui assurent la communication entre les périphériques du réseau.
- ❑ Chaque périphérique doit être relié à un commutateur pour pouvoir communiquer avec les autres périphériques du réseau et ceci via un câble physique.

5

II. Fonctionnement des commutateurs

- ❑ Un commutateur (switch en anglais) est un équipement de la couche liaison de données du modèle OSI.
- ❑ Il sert à relier plusieurs équipements informatiques dans un réseau.
- ❑ Il possède plusieurs ports Ethernet (de 4 à quelques dizaines) ainsi qu'une mémoire tampon (pour stocker temporairement les trames reçues).

6

II. Fonctionnement des commutateurs

- ☐ Les ports d'un commutateur ont une bande passante dédiée et non partagée.
- ☐ Un commutateur peut envoyer des données simultanément dans les deux sens.
- ☐ Contrairement aux concentrateurs, les commutateurs n'envoient les données qu'au(x) destinataire(s) (pas de diffusion sur tous les ports).
- ☐ Les commutateurs permettent d'éviter les collisions.

7

III. La commutation

III.1. Principe de commutation

- ☐ La commutation est une technique d'acheminement des données d'une source vers une destination dans un même réseau local.
- ☐ C'est une fonction qui est réalisée par les commutateurs en se basant sur l'adresse de destination de la couche liaison de données (adresse MAC pour le protocole Ethernet) qui se trouve dans la trame.
- ☐ Chaque commutateur possède une table d'adresses. Cette table permet de faire la correspondance entre les adresses MAC et les ports du commutateur.

8

III. La commutation

- ❑ Lorsqu'un commutateur reçoit une trame, il extrait l'adresse MAC de destination. Puis, il examine sa table d'adresses pour voir le port sur lequel se trouve l'adresse recherchée.
- ❑ Le commutateur transmet la trame sur le port adéquat sans modification.

9

III. La commutation

III.2. Méthodes de commutation

- ❑ On distingue deux méthodes de commutation :
 - **Commutation à la volée (cut through)** : Le commutateur commence la transmission de la trame dès la réception de l'entête et la lecture de l'adresse destination (temps de latence court). Vu que la transmission est effectuée avant la réception de la trame entière, les erreurs sont transmises. Cette méthode ne permet pas de commuter 10/100.
 - **Commutation par stockage et retransmission (store and forward)** : Le commutateur attend la réception de la trame en entier, effectue le contrôle d'erreur (en calculant le CRC). Si le CRC est valide, le commutateur achemine la trame par le port approprié. Cette méthode est adaptée aux commutateurs 10/100. Elle est plus lente que la méthode cut through.

10

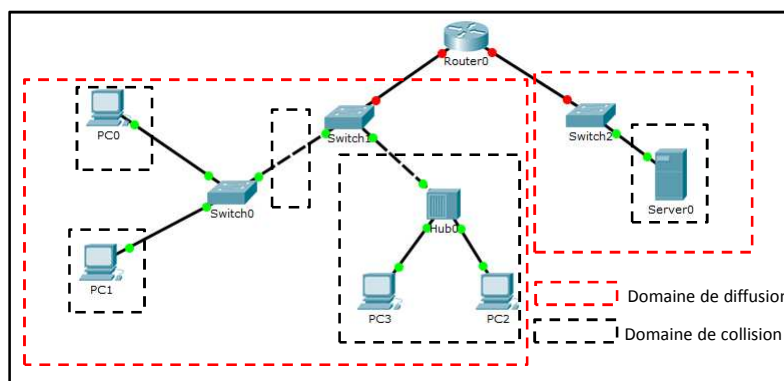
III. La commutation

III.3. Domaines de diffusion et de collision

- ❑ Un domaine de diffusion est un segment du réseau dans lequel tout périphérique transmet des données à tous les autres périphériques de ce segment sans passer par un routeur.
- ❑ Un domaine de collision est un ensemble de périphériques qui partagent le même support de communication. Si deux ou plusieurs périphériques émettent des données au même instant T , on va avoir une corruption et par la suite une retransmission des données. Le domaine de collision dépend de l'équipement réseau auquel les périphériques sont connectés.

11

III. La commutation



- Chaque port d'un commutateur (ou d'un pont) délimite un domaine de collision.
- Un concentrateur délimite un domaine de collision.
- Chaque port d'un routeur délimite un domaine de diffusion.
- En cas d'existence de concentrateurs, commutateurs et/ ou ponts, l'ensemble du réseau définit un seul domaine de diffusion.

12

IV. Protocole Spanning Tree

IV.1. Les topologies redondantes

- ❑ Dans les réseaux commutés, on utilise des topologies redondantes (doublement des équipements) pour assurer le fonctionnement du réseau en cas de défaillance d'un équipement.
- ❑ La redondance permet de créer plusieurs chemins entre deux points du réseau.

13

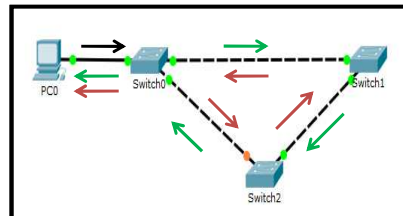
IV. Protocole Spanning Tree

IV.2. Problèmes liés aux topologies redondantes

- ❑ La redondance cause plusieurs problèmes tels que les tempêtes de diffusion, la transmission de trames multiples et l'instabilité de la table d'adresses MAC.

➤ **Tempête de broadcast** : Si PC0 envoie un message en diffusion, Switch0 va l'envoyer sur tous les ports. Arrivée aux Switch1 et Switch2, la trame va être envoyée sur tous les ports de ces deux commutateurs. Donc, Switch0 va recevoir de nouveau la trame et l'envoyer au PC0. Ceci va être reproduit de façon indéfinie.

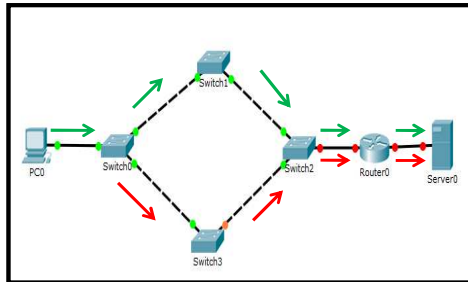
- ➔ Envoi sans cesse des trames
- ➔ Saturation du réseau



14

IV. Protocole Spanning Tree

➤ **Duplication des trames** : On suppose que PC0 connaît l'adresse IP du serveur Server0. Si PC0 envoie un message vers le serveur, Switch0, qui ne possède pas l'adresse MAC du serveur dans sa table d'adresses MAC, va envoyer la trame sur tous ses ports (à l'exception du port d'entrée). Switch1 et Switch3 reçoivent la trame et l'acheminent vers Switch2. La trame arrive en double sur Switch2 et par la suite le serveur reçoit le message en double.



15

IV. Protocole Spanning Tree

➤ **Instabilité de la table d'adresses MAC** :

Un message envoyé par le routeur vers PC0 arrive aux Switch1 et Switch3 respectivement sur les ports 2 et 1. Ces deux commutateurs ajoutent l'adresse MAC du routeur dans leur table d'adresses MAC :

Switch1 [port 2 : adresse MAC Router0]

Switch3 [port 1 : adresse MAC Router0]

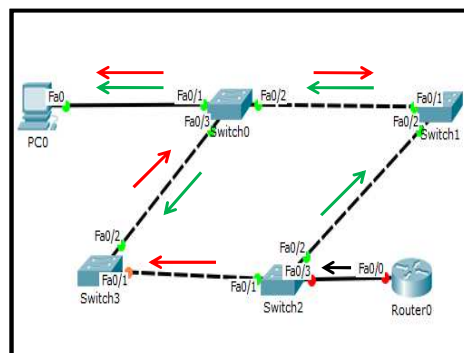
Switch1 et Switch3 ne connaissent pas l'adresse de MAC de PC0. Donc, ils envoient la trame sur tous les ports (à l'exception du port d'entrée). Switch0 va également transmettre la trame reçue sur tous ses ports. Donc, Switch1 et Switch3 vont recevoir de nouveau la trame respectivement sur les ports 1 et 2. Ils mettent à jour leur table d'adresses :

Switch1 [port 1 : adresse MAC Router0]

Switch3 [port 2 : adresse MAC Router0]

➔ Mise à jour de la table d'adresses MAC d'une façon permanente

➔ Consommation des ressources CPU



16

IV. Protocole Spanning Tree

IV.3. Principe du protocole Spanning Tree

- ❑ Le protocole STP (Spanning Tree Protocol) est un protocole de niveau 2 qui a été conçu pour éviter les problèmes des topologies redondantes dans les réseaux Ethernet commutés.
- ❑ Il permet d'avoir une topologie redondante sans boucle en gardant un seul chemin entre deux points du réseau en mettant certains ports en état bloqué (aucun trafic ne peut être acheminé par un port bloqué). Il s'agit de **l'arbre de recouvrement** qui permet de relier tous les commutateurs et tous les équipements sans boucle.

17

IV. Protocole Spanning Tree

- ❑ Chaque arbre possède une racine, appelée pont (ou commutateur) racine. Le pont racine est sélectionné à l'aide du BID (BridgeID). Le BID est constitué de l'adresse MAC et d'un numéro de priorité.
- ❑ Le pont racine est le commutateur qui possède la priorité la plus faible. En cas d'égalité, le commutateur qui a l'adresse MAC la plus basse sera sélectionné comme pont racine.
- ❑ STP utilise l'algorithme STA (Spanning Tree Algorithm) pour déterminer les chemins sans boucle.
- ❑ En cas d'une défaillance, STP calcule les nouveaux chemins vers toutes les destinations et débloque certains ports en cas de besoin pour activer le chemin redondant.

18

IV. Protocole Spanning Tree

IV.4. Rôles des ports et procédure de sélection

- ❑ L'algorithme STA attribue un rôle à chaque port de chaque commutateur du réseau :
 - **Ports racine** : Ce sont les ports des commutateurs les plus proches du pont racine. Ils sont ceux qui ont le coût de chemin le plus faible vers le pont racine. Un seul port de chaque commutateur est désigné comme port racine. Ils sont utilisés pour acheminer le trafic vers le pont racine.
 - **Ports désignés** : Ce sont les ports qui sont autorisés à acheminer le trafic hors du pont racine.
 - **Ports alternatifs et de sauvegarde (non désignés)** : Ce sont les ports bloqués.
 - **Ports désactivés** : Ce sont les ports arrêtés (désactivés manuellement par l'administrateur).

19

IV. Protocole Spanning Tree

- ❑ La définition des rôles des ports d'un commutateur est effectuée comme suit :

Rôle du port	Méthode de sélection
Port racine	Coût le plus faible vers le pont racine En cas d'égalité des coûts : le numéro de port le plus faible
Port désigné	Coût le plus faible pour atteindre le pont racine En cas d'égalité des coûts : le BID le plus faible (priorité la plus faible ou adresse MAC la plus basse en cas d'égalité des priorités)
Port non désigné	Les autres ports non élus comme ports racine ou ports désignés

20

IV. Protocole Spanning Tree

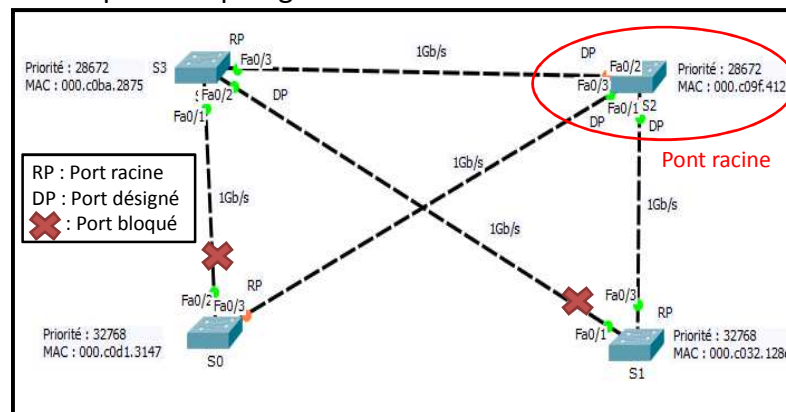
- ❑ Si l'une des extrémités d'une liaison est un port racine, l'autre extrémité est un port désigné.
- ❑ Tous les ports d'un pont racine sont des ports désignés.
- ❑ On a un seul port désigné par segment.
- ❑ Le coût dépend de la bande passante des ports. Il est égal à la somme des coûts associés à la vitesse du port (bande passante) des liens entre un port et le pont racine.

Vitesse des ports	coût
10Mbps/s	100
100Mbps/s	19
1Gbits/s	4
10Gbits/s	2
100Gbits/s	1

21

IV. Protocole Spanning Tree

- ## ❑ Exemple de Topologie



22

IV. Protocole Spanning Tree

IV.5. Trames BPDU

- ❑ Les trames BPDU (Bridge Packet Data Unit) sont des trames qui contiennent les informations STP.
- ❑ Ces trames sont échangées entre les commutateurs pour effectuer la configuration de la topologie STP (élection du pont racine et détermination des rôles des ports).
- ❑ Elles sont échangées toutes les 2 secondes.
- ❑ Une trame BPDU contient 12 champs qui fournissent des informations sur les priorités et les chemins.

23

IV. Protocole Spanning Tree

- ❑ Les principales informations fournies par une trame BPDU sont :
 - **Root ID** : C'est l'identificateur de pont racine. Il s'agit de sa priorité suivie par son adresse MAC. Au début, ce champs contient l'identifiant du commutateur émetteur. Lors du processus de sélection du pont racine, cet identificateur est mis à jour. L'identificateur le plus bas remplace l'identificateur initial.
 - **Root path cost** : C'est le coût du chemin entre le commutateur qui émet la trame BPDU et le pont racine. Ce coût est mis à jour à chaque passage par un commutateur se trouvant sur le chemin qui mène au pont racine.
 - **Bridge ID** : Identificateur du commutateur qui a émis le message
 - **Port ID** : C'est le numéro du port sur lequel le message a été émis.

24

IV. Protocole Spanning Tree

IV.6. Algorithme Spanning Tree

❑ L'algorithme STA comporte 4 étapes :

- **Election du pont racine** : STA sélectionne un commutateur comme un pont racine. Un réseau doit contenir un seul pont racine. Ce commutateur est choisi à l'aide des échanges des trames BPDU entre les commutateurs. Celui qui possède l'identificateur le plus faible sera élu.
- **Sélection des ports racine** : Pour chaque commutateur, STA détermine le chemin qui a le moindre coût vers le pont racine.
- **Sélection des ports désignés** : Pour chaque lien entre deux commutateurs, un port est considéré comme port désigné. C'est celui qui a le coût le plus bas avec le pont racine.
- **Blocage des ports restants** : Les ports non sélectionnés comme ports racine ou désignés sont mis en état bloqué.

25

IV. Protocole Spanning Tree

IV.7. Etats des ports

❑ Durant l'établissement de la topologie STP, les ports des commutateurs passent par les états suivants :

Etat	Description
Blocage (20s)	Le port reçoit les trames BPDU mais il ne les transmet pas. Il rejette les trames entrantes. Le commutateur met pas à jour sa table d'adresses MAC.
Ecoute (15s)	Le port émet et reçoit les trames BPDU. Il rejette les trames de données. Le commutateur ne met pas à jour sa table d'adresses MAC.
Apprentissage (15s)	Le port accepte les trames de données mais ne les transmet pas. Il émet et reçoit les trames BPDU. Le commutateur commence à construire sa table (correspondance entre adresses MAC et numéros de ports).
Acheminement	Le port est actif. Il reçoit et transmet les trames BPDU et de données. Le commutateur met à jour sa table d'adresses.
Désactivation	Le port n'a pas d'activité.

26