

Equipements d'interconnexion et Virtualisation de réseaux locaux

Exercice 1. : Equipements d'Interconnexion de réseaux locaux

L'interconnexion de réseaux locaux d'architectures différentes nécessite l'utilisation d'un équipement d'interconnexion. Citer les différents équipements que vous connaissez en précisant le niveau (couche du modèle OSI) où ils opèrent.

Exercice 2. : Les Commutateurs/Ponts (Switch/bridges) Ethernet Transparents

Soit un réseau d'entreprise constitué d'un commutateur Ethernet Transparent (à auto-apprentissage) et de 6 stations (A à F) réparties sur 3 segments tel qu'indiqué par la table ci-dessous.

| Port 1 | Port 2 | Port 3 |
|-----------|-----------|-----------|
| Station A | Station B | Station D |
| | Station C | Station E |
| | | Station F |

1. Faire un schéma du réseau local.
2. Indiquer l'évolution de la table du pont au fur et à mesure de l'émission des trames suivantes et de l'apprentissage des adresses MAC.

| N°d'ordre | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|----|----|----|----|----|----|
| Source | A | B | C | A | E | F |
| Destination | B | A | B | B | B | D |
| Temps | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |

| MAC address de | Port n° | Aging time |
|----------------|---------|------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Exercice 3 : Réseaux locaux Virtuels (VLAN pour Virtual Local Area Networks)

1. Dans le réseau local de l'exercice 2, on décide de remplacer l'équipement d'interconnexion « pont » par un « commutateur » Ethernet administrable. Quel est l'intérêt d'une telle modification ?
2. On choisit de restreindre les échanges de trames entre les stations A, B et F d'une part (VLAN_1), et les stations C, D et E d'autres parts (VLAN_2) au moyen de la technique des réseaux locaux virtuels (RLV ou VLAN en anglais). Citez deux modes de configuration de ces deux VLAN ?
3. En utilisant la technique de VLAN par port physique, proposer une configuration de la table de commutation du commutateur.

4. En utilisant la technique de VLAN par adresse MAC, proposer une configuration de la table de commutation du commutateur.

Exercice 4. : Les Ponts et boucles

Deux réseaux locaux Ethernet 10 base2 sont reliés par deux ponts (A et B) de telle sorte qu'elle forme une boucle. On supposera qu'il y a 3 stations par segment, soit 6 stations au total.

- A. Représenter graphiquement le réseau.
- B. Quel est l'intérêt d'avoir une topologie en boucle ?
- C. Que se passe-t-il au niveau des trames échangées sur le réseau quand la station A émet une trame vers la station B ?
- D. Une station souhaite transmettre une même trame vers toutes les autres stations du réseau local. Comment procède-t-elle ? Quelle est la valeur de l'adresse de diffusion (broadcast) MAC ?
- E. Que se passe-t-il quand une station émet une trame de diffusion (broadcast) sur ce type réseau local ?
- F. Comment éviter ce problème de bouclage à l'infini ?

Exercice 5 : Interconnexion de LAN via des commutateurs ou ponts Ethernet redondants (Protocole de l'arbre couvrant)

Rappel :

Pour construire un arbre couvrant, Les commutateurs ou ponts Ethernet s'échangent périodiquement des trames de configuration (**appelées des BPDU - Bridge Protocol Data Unit**) pour construire un arbre couvrant en invalidant les chemins multiples susceptibles de créer des boucles au sein du segment Ethernet. L'arbre couvrant regroupe l'ensemble des plus courts chemins entre chacun des commutateurs et un commutateur élu appelé commutateur-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. Aussi, un chemin sans boucle suppose que certains ports des commutateurs soient bloqués et pas d'autres.

Le processus de création de l'arbre spanning tree peut durer plusieurs dizaines de secondes. Ce temps est, en réalité, proportionnel au nombre de commutateurs. Pendant cette phase, aucun commutateur ne traite de trame au cours des 15 premières secondes (valeur par défaut) ; le réseau s'arrête donc de fonctionner chaque fois qu'un commutateur est allumé ou éteint quelque part dans le réseau.

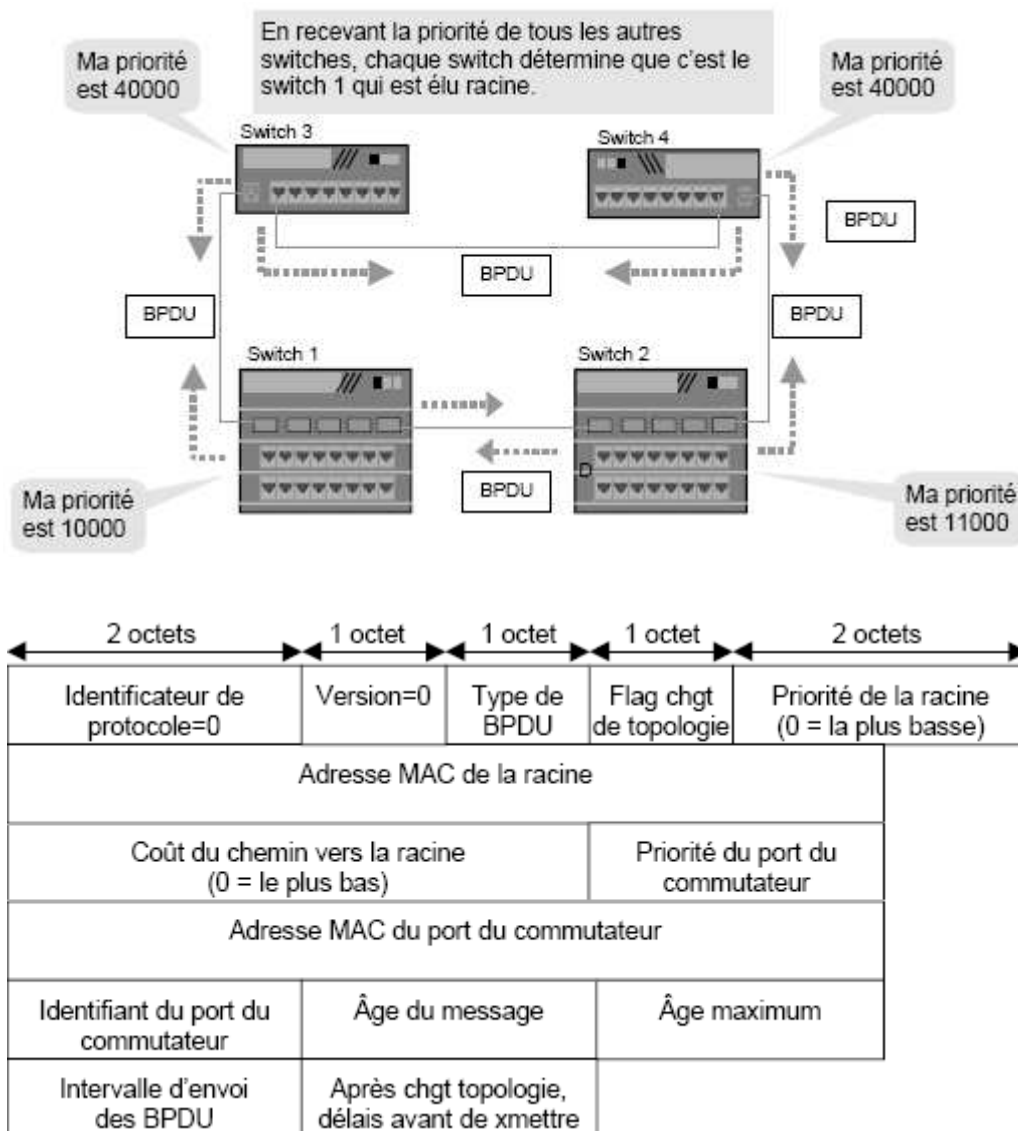
L'arbre couvrant est construit en 3 étapes :

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

La première étape de ce processus consiste à élire un **commutateur racine** qui sera le point central de l'arbre couvrant: c'est celui qui aura l'ID la plus faible ou autrement dit celui qui possède la **priorité** la plus basse ou, en cas d'égalité, celui dont l'adresse MAC est la plus basse. Pour y parvenir, chaque commutateur émet un **BPDU** (Bridge Protocol Data Unit) de configuration contenant son ID sur tous ses ports. Inversement, il retransmet tous les BPDU (éventuellement en les modifiant) qui lui arrivent, et ainsi de suite jusqu'à ce que les BPDU échangés contiennent tous la même valeur. À son initialisation, chaque commutateur se désigne racine, puis compare les identifiants des autres BPDU qui arrivent. À la fin du processus d'élection, les commutateurs identifient et mémorisent le commutateur possédant le plus petit ID et le désigne comme Switch Root. Par la suite, le commutateur racine émet régulièrement (toutes les deux secondes par défaut) des BPDU pour maintenir l'état du spanning tree.

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

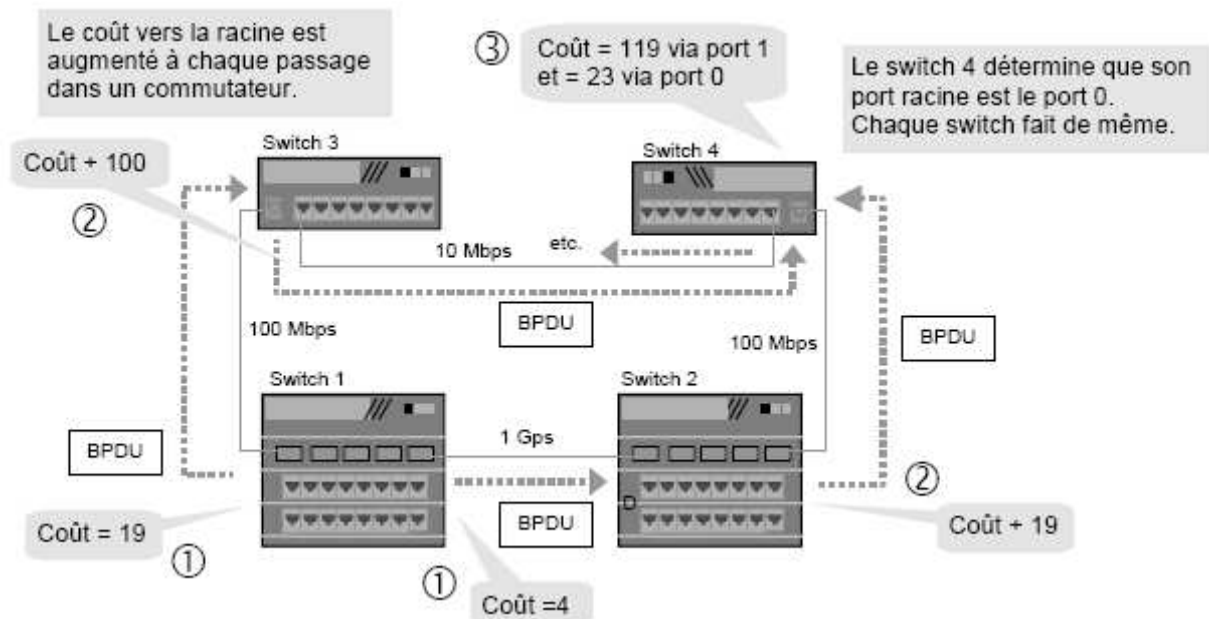
16 bits). Par exemple, un switch avec une priorité par défaut de 32768 (8000 Hex) et une adresse MAC 00:A0:C5:12:34:56, prendra l'ID 8000:00A0:C512:3456.



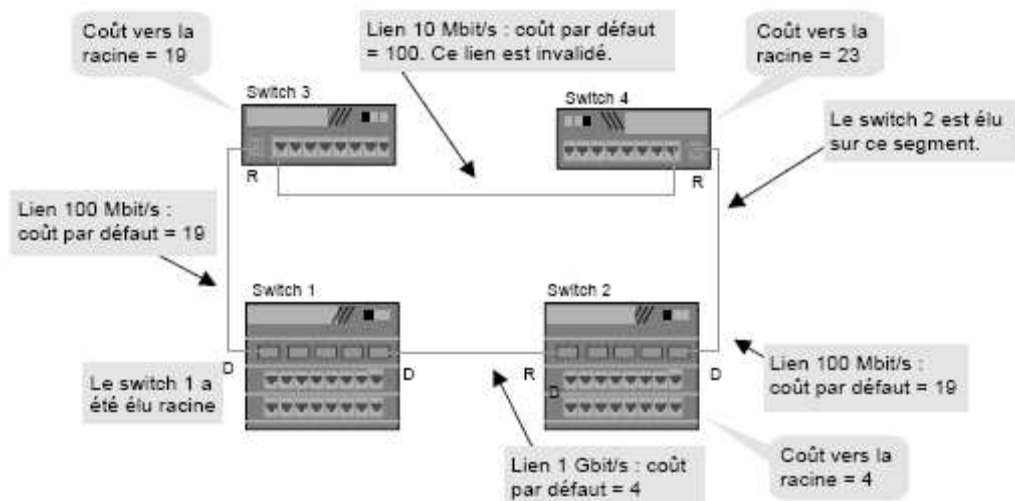
- Structure d'une trame BPDU -

La seconde étape consiste pour chaque switch non-Root à déterminer son **port racine** — c'est celui par lequel un BPDU émis par la racine arrive. S'il y en a plusieurs, le port choisi est celui qui a le **coût** de chemin vers la racine le plus bas. Le coût est déterminé par la somme des coûts des ports situés entre le commutateur et la racine. Le coût d'un port est inversement proportionne à la vitesse du port (voir table ci-dessous). En cas d'égalité, le port choisi est celui qui a la priorité la plus basse; en cas de nouvelle égalité, c'est celui qui a l'adresse MAC la plus basse.

| Vitesse du lien | Coût |
|-----------------|------|
| 4Mbps | 250 |
| 10Mbps | 100 |
| 16Mbps | 62 |
| 100Mbps | 19 |
| 1Gbps | 4 |
| 10Gbps | 2 |



La dernière étape consiste à déterminer sur chaque segment Ethernet, un **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. En définitive, sur chaque segment Ethernet, un seul chemin vers le commutateur racine sera calculé. Les commutateurs non-Root désactivent tous leurs ports qui ne sont ni racines ni désignés. Sur un switch Root, **tous les ports sont des ports désignés**, autrement dit, ils sont en état « forwarding », il envoient et reçoivent le trafic



Questions :

1. Rôle et définitions :

- 1.1 Quel est le rôle de l'algorithme Spanning Tree ?
- 1.2 Quel(s) est (sont) les équipements qui le mettent en œuvre ?

2. Construire l'arbre couvrant (Spanning Tree) du réseau de la figure 1 ci-dessous. En répondant aux questions suivantes :

- 2.1 Déterminer le Pont Racine
- 2.2 Déterminer les ports racines
- 2.3 Déterminer les ports désignés

2.4 Déterminer les ports désactivés

2.5 En supposant que l'algorithme de *spanning tree* est stabilisé, donnez les tables relatives au *spanning tree* de chaque Pont.

2.6 Dessiner l'arbre couvrant reliant chacun des Ponts