Administration Des Réseaux Informatiques

Cours 2 : Commutation et STP



Plan

- Intérêt de la commutation
- Principe de fonctionnement
- Commutation par auto-apprentissage
- STP : spanning tree protocol

Ŋė.

Ethernet partagé : rappel

Les réseaux Ethernet (802.3) utilisent la technique de diffusion de trames et la méthode d'accès CSMA/CD

Inconvénients :

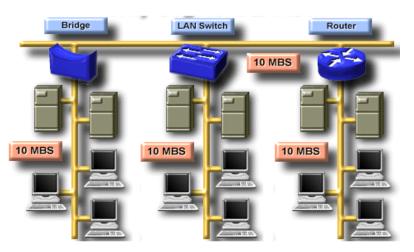
- Problèmes dus au phénomène de collision
- Retards engendrés par la congestion du réseau
- Ces phénomènes deviennent plus importants avec la croissance de la demande de bande passante (Ethernet utilisée pour l'accès à Internet, applications multimédia, ...)



Extensions d'Ethernet

Solutions pour améliorer les performances :

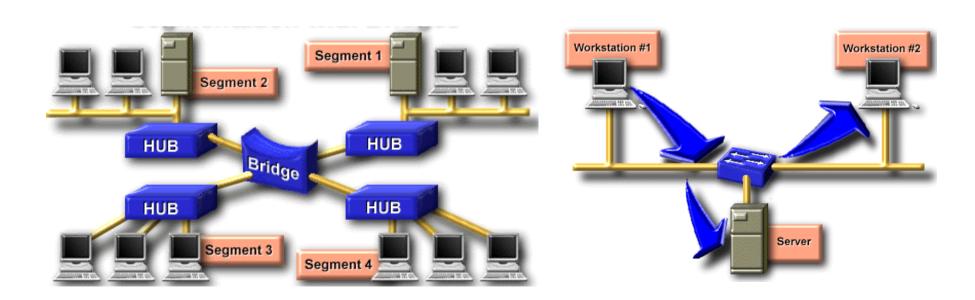
- Augmenter les débits disponibles :
 - Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, ...
- Segmenter le réseau en domaines de collision et de diffusion plus petits avec :
 - des ponts ou des commutateurs (couche 2)
 - des routeurs (couche 3)





Ethernet commuté

- Le commutateur analyse l'adresse physique de destination d'une trame et la retransmet uniquement sur le segment contenant la machine destinatrice
- Il permet de regrouper dans un même segment les stations liées par des trafics importants et réduit ainsi les domaines de collision

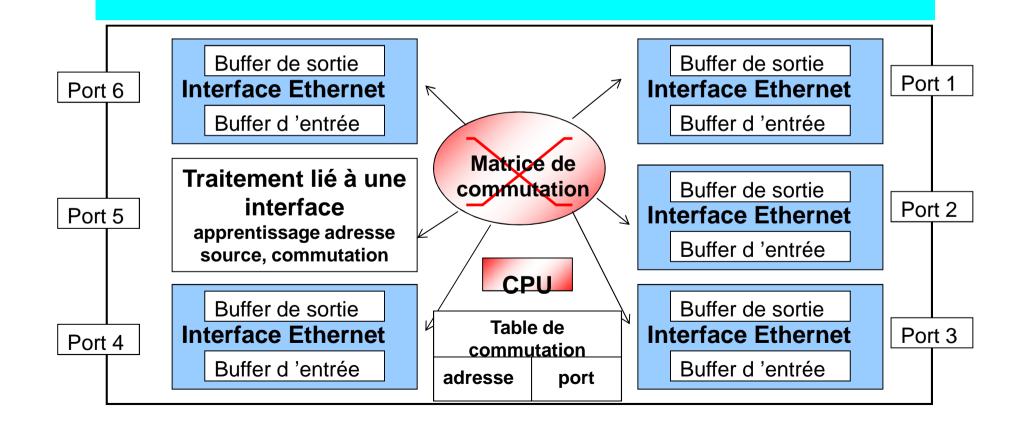




Intérêt de la commutation

Avantages:

- Accès dédié entre l'émetteur et le destinataire
- Élimine les collisions





Gestion des adresses par auto-apprentissage

- Une table de commutation (ou de localisation) basée sur l'adresse MAC permet de connaître le port de sortie
- Cette table est construite et maintenue à jour dynamiquement par analyse des trames entrantes (apprentissage des adresses MAC des émetteurs reliés à chacun des ports du pont)
- Quand un commutateur reçoit une trame sur un port X, il récupère l'adresse destination D :
 - > Si elle est destinée à une machine accessible via X, la trame n'est pas transmise
 - > Si D correspond à un port Y (table), on transmet vers Y
 - > Si on ne trouve pas l'adresse, transmission vers tous les ports sauf X

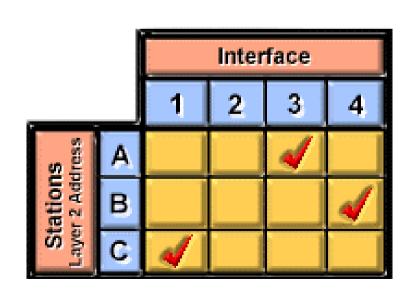
Remarque:

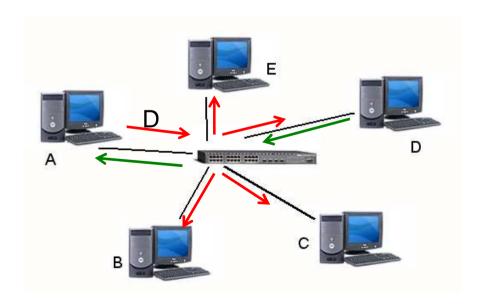
La mémoire des switchs n'étant pas infinie, les entrées de la table sont supprimées après une période déterminée



Exemple d'auto-apprentissage

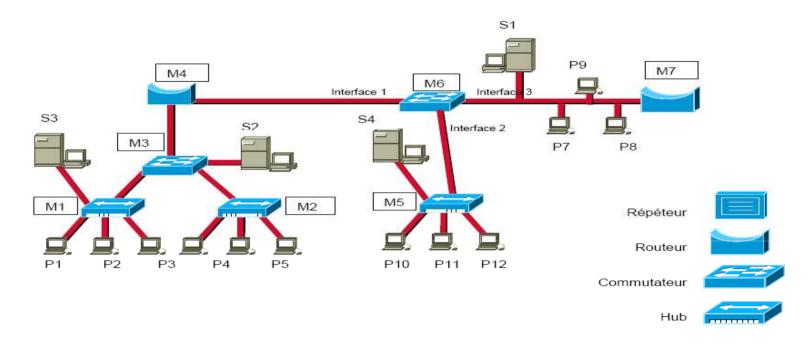
- Le commutateur reçoit une trame sur son port 3 avec destination l'adresse Mac de D
- Le commutateur ne trouve pas l'adresse Mac de D au niveau de la table de commutation, donc transmission vers tous les ports sauf 3
- Une fois le commutateur reçoit la réponse de D, Il associe l'adresse Mac de D avec un numéro de port.







Exercice d'auto-apprentissage



Soit un réseau local dont l'architecture est donnée par la figure ci-dessus.

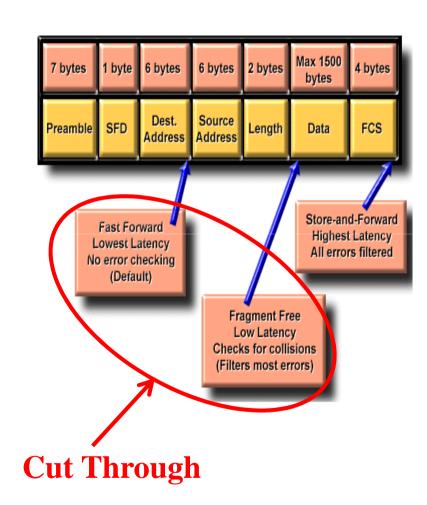
- A. P1 envoie une requête dont l'adresse MAC du destinataire est FF.FF.FF.FF.FF, qui reçoit cette trame ?
- B. Donner la table de commutation de M6 en supposant que toutes les stations présentes sur le réseau ont au moins parlé une fois.
- c. Si on remplace le routeur M4 par un commutateur, en quoi cela modifie-t-il les échanges entre les différents points du réseau ?



Techniques de commutation

Deux techniques:

- commutation à la volée (cut through)
- > accepte la trame et commence à détecter l'adresse destination pour la transmettre directement sur le port sortant
- pas de contrôle (peut transmettre des trames erronées)
- □ commutation store and forward
- > accepte la trame entrante, la stocke temporairement, la vérifie, la retransmet sur le port sortant





Ethernet commuté : performances

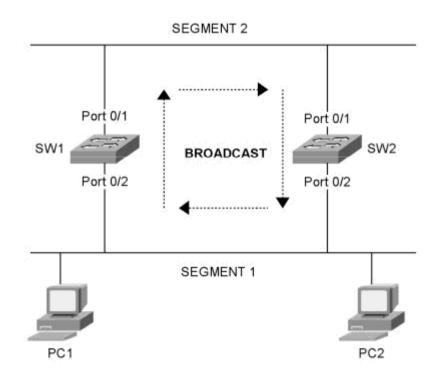
- Le réseau repose sur des switchs
 - © plus rapide : pas de collision si architecture entièrement commutée
 - © même type d'interface (paires torsadées..)
 - © extensible, configurable (VLAN)

Mais problème de boucle dans une architecture redondante



Ethernet commuté et problème de Boucle

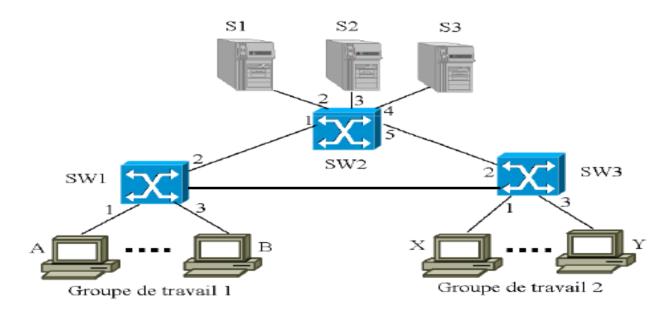
- Lors de l'interconnexion avec des switchs, on a besoin de chemins redondants pour augmenter la fiabilité
- Cependant la redondance se traduit par des boucles qui peuvent causer plusieurs problèmes :
 - Les trames n'ayant pas de durée de vie (TTL comme les paquets IP), elles peuvent tourner indéfiniment.
 - Tempête de diffusion (Brodcast storms)
 - Copies multiples des trames Ethernet
 - Erreurs dans les tables de commutation





Exemple de Tempête de de diffusion

On considère le réseau Ethernet suivant, composé de trois commutateurs Ethernet SW1, SW2, SW3, dont les caches ARP sont vides.



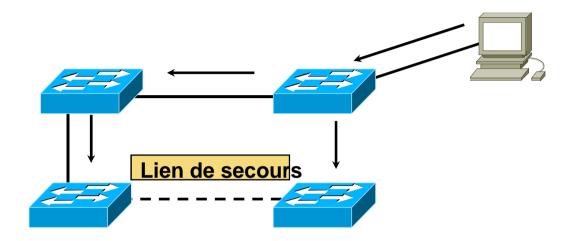
Quel est le problème rencontrer après activation du mécanisme d'auto-apprentissage dans les 3 commutateurs?



Solution: Spanning Tree algorithm IEEE 802.1



Objectif du STP



- L'objectif du protocole STP est d'éviter les boucles dans le réseau tout en autorisant les chemins redondants
- STP permet de déterminer où se trouvent les boucles et bloque les liens redondants
- Cependant, ces liens sont utilisés en cas de problème, ce qui permet une résistance aux modifications de topologie et aux pannes d'équipement.



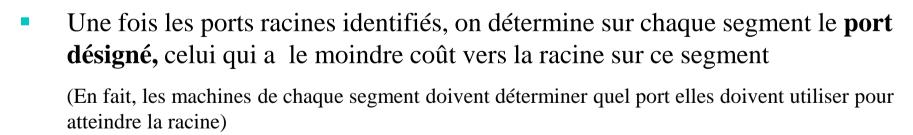
Spanning Tree Algorithm (STA)

- Le protocole STP utilise le « Spanning Tree Algorithm » qui est mis en œuvre par les commutateurs du réseau pour créer une topologie logique sans boucle
- Cet algorithme a été développé par Radia Perlman. Il est décrit dans la norme IEEE 802.1D.
- L'algorithme permet aux commutateurs du réseau de communiquer entre eux en échangeant des trames spécifiques appelées BPDU (Bridge Protocol Data Unit).
- Cet échange effectué à intervalles réguliers permet de découvrir les boucles du réseau et aboutit à un arbre recouvrant (spanning tree) sans boucle

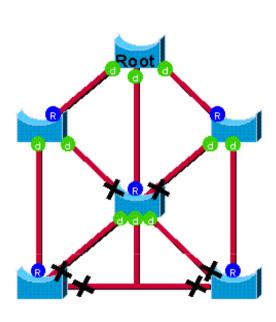


Fondements du STA

- STA identifie un point de référence appelé **pont racine** (Root Bridge) à partir duquel l'arbre est construit
- STA détermine ensuite les chemins disponibles à cette racine. Si plusieurs chemins existent STA choisit le meilleur et bloque les autres en désactivant certains ports
- Chaque pont (non racine) détermine le **port racine**, celui qui a le moindre coût vers la racine



Enfin, tous les ports qui ne sont ni racine ni désignés seront des ports bloqués





Concepts du STP

Deux concepts clés sont largement utilisés lors des calculs effectués par l'algorithme STA pour la création de la topologie sans boucle :

- > Bridge ID (BID) qui permet d'identifier les switchs, est utilisé lors du processus d'élection pour déterminer le pont racine
- > Path Cost utilisé pour déterminer les meilleurs chemins en terme de coût. Le coût est basé sur le débit des liens

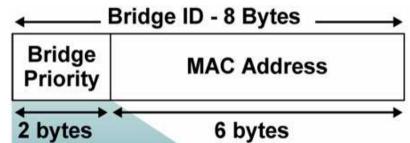
Le Bridge ID est composé d'un champ **Priorité du pont** sur 2 octets et de l'@MAC du pont.

Ainsi, le BID est unique.

Bridge

Bridge

Bridge



Le switch qui présente la priorité la plus faible est le pont racine. En cas d'égalité, l'adresse MAC la plus faible permet de départager les switchs

La valeur par défaut de la priorité des switchs Cisco est: 32768 ou 0x8000



Coût du chemin

- Le coût du chemin est utilisé pour identifier le chemin " le moins cher " ou "le plus rapide" vers le pont racine.
- Le coût du chemin (ou coût du port) est basé sur le débit du Média
- Le tableau suivant donne quelques valeurs du coût spécifiées par l'IEEE en fonction du débit

| Débit | Coût (nouvelles valeurs IEEE) | Coût(anciennes valeurs IEEE) |
|----------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 10 Gbps | 2 | 1 |
| 1 Gbps | 4 | 1 |
| 100 Mbps | 19 | 10 |
| 10 Mbps | 100 | 100 |



BPDU (Bridge Protocol Data Unit)

- Tous les switchs (Pont) vont s'échanger des messages appelés **trames BPDU**, qui permettent la configuration de la topologie STP
- Format d'une trame BPDU 802.1d (les nombres indiquent le nombre d'octets des champs)

| 2 | 1 | 1 | 1 | 8 | 4 | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|------------------------|---------|-----------------|-------|---------|----------------------|-----------|---------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Protocol identifier | Version | Message type | Flags | Root ID | Root path cost | Bridge ID | Port ID | Message age | Maximum age | Hello time | Forward delay |

- Ces trames sont encapsulées dans des trames Ethernet 802.3 et envoyées en multicast vers toutes les interfaces
- Les principales informations données par cette trame sont :
 - L'identificateur supposé du pont racine par le pont émetteur du message (Root ID)
 - Coût de la liaison entre le pont émetteur et la racine supposée (Root path cost)
 - Identificateur du pont émetteur (Bridge ID)
 - Numéro du port sur lequel le message est émis (Port ID)



Champs d'une trame BPDU

- Les champs Protocol Identifier, Version et Message type ne sont pas vraiment utilisés. Le champ Flags permet d'indiquer s'il y'a un changement de topologie
- Message Age : temps passé depuis que le message a été envoyé
- Maximum Age : indique quand l'unité BPDU doit être éliminée (TTL des BPDU)
- Hello Time : indique la fréquence d'envoi des unités BPDU (2 sec par défaut)
- Forward Delay: Indique le temps à attendre avant de passer à un nouvel état (par exemple 15 sec pour passer de l'état Ecoute à l'état Transmission)



BPDU

| Bytes | Field |
|-------|---------------|
| 2 | Protocol ID |
| 1 | Version |
| 1 | Message Type |
| 1 | Flags |
| 8 | Root ID |
| 4 | Cost of Path |
| 8 | Bridge ID |
| 2 | Port ID |
| 2 | Message Age |
| 2 | Maximum Time |
| 2 | Hello Time |
| 2 | Forward Delay |

Permet:

ID du port

- Communication entre les ponts
- Election de root

Who is the root bridge?

How far away is the root bridge?

What is the BID of the bridge that sent this BPDU?

What port on the sending bridge

BID racine

Qui est le pont racine?

Coût du chemin racine

BID émetteur

Quel est le BID du pont ayant

envoyé cette unité BPDU ?

De quel port du pont émetteur provient cette unité BPDU ?



Exemple de BPDU

BID racine

Coût du chemin racine

BID émetteur

De quel est le BID du pont ayant envoyé cette unité BPDU?

De quel port du pont émetteur provient cette unité BPDU?

| Bytes | Field |
|-------|---------------|
| 2 | Protocol ID |
| 1 | Version |
| 1 | Message Type |
| 1 | Flags |
| 8 | Root ID |
| 4 | Cost of Path |
| 8 | Bridge ID |
| 2 | Port ID |
| 2 | Message Age |
| 2 | Maximum Time |
| 2 | Hello Time |
| 2 | Forward Delay |

Protocol Id: Version ID: Configuration Message Message Type: Flags: 80000000 Root ID: 0x8000/ 00:D0:C0:F5:18:C0 0×00000000 Cost: 0x8000/ 00:D0:C0:F5:18:C0 Bridge ID: 0x8001/ Port1 Port ID: Message Age: 0/256 seconds Maximum Age: 5120/256 seconds (20seconds) Hello Time: 512/256 *(2 seconds)*

Forward Delay: 3840/256 (15seconds)

Les BPDU sont échangées régulièrement (toutes les deux secondes)



Le " spanning tree " en trois étapes

Étape 1: Désignation d'un COM racine

- Priorité du commutateur
- @MAC du commutateur

Étape 2 : Désignation des ports racine

- Coût de la route
- Coût du chemin racine

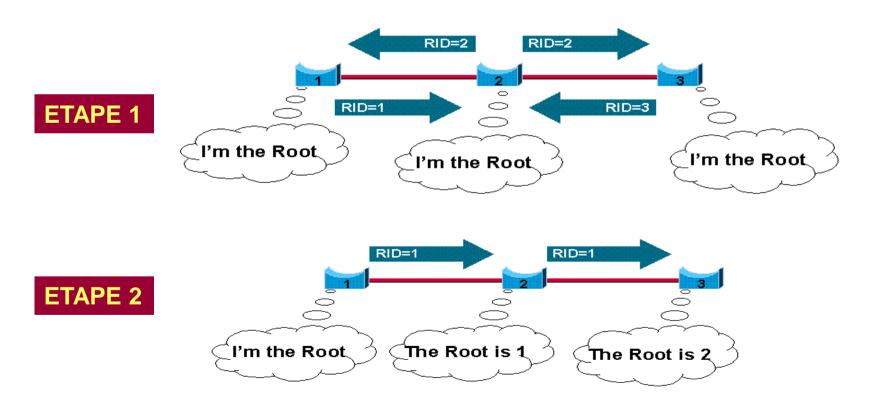
Étape 3 : Choix des ports désignés

Coût du port par segment

Étape 1: Désignation d'un COM racine

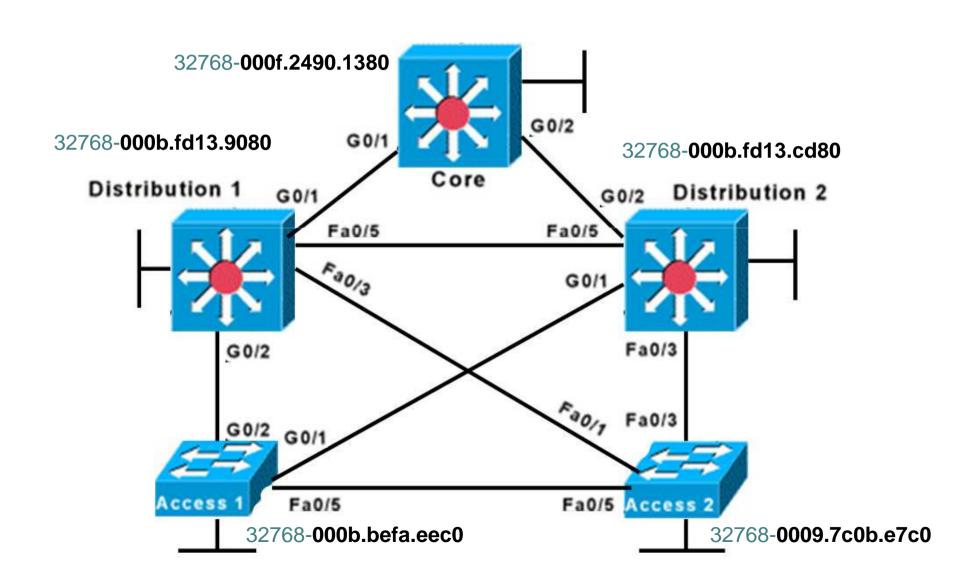
Un seul commutateur peut devenir COM racine Si:

- 1. La priorité de COM la plus faible
- 2. L'ID (@MAC) de COM la plus petite





Exemple:





Étape 2 : Désignation des ports racine

Une fois le pont racine sélectionné, les commutateurs doivent localiser les chemins redondants vers le COM racine et ne laisser accessible qu'un seul de ces chemins (ce qui implique de bloquer tous les autres).

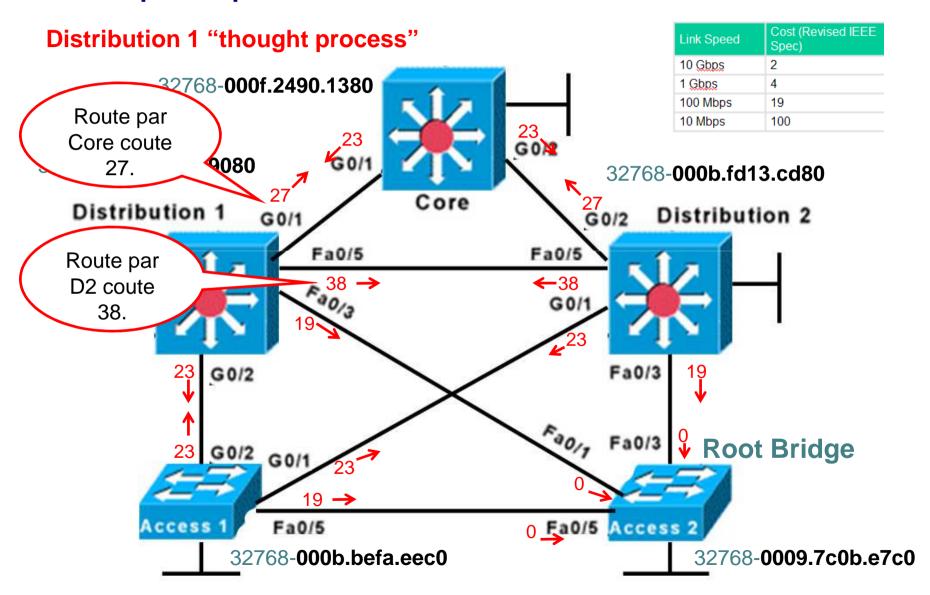
- Pour ce faire, les commutateurs échangent les BPDU.
- Comment le commutateur détermine-t-il le port à utiliser, connu sous le nom de port racine, et celui qui doit être bloqué ?

Remarque

Le port présentant le coût du chemin racine le plus bas sera le port racine.

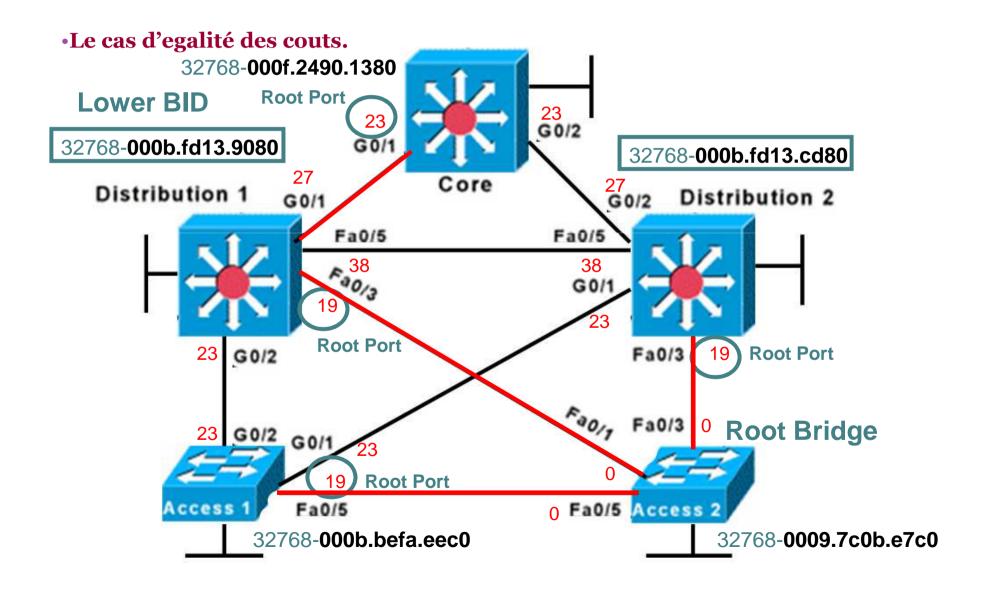


Exemple: port racine



M

Exemple: port racine



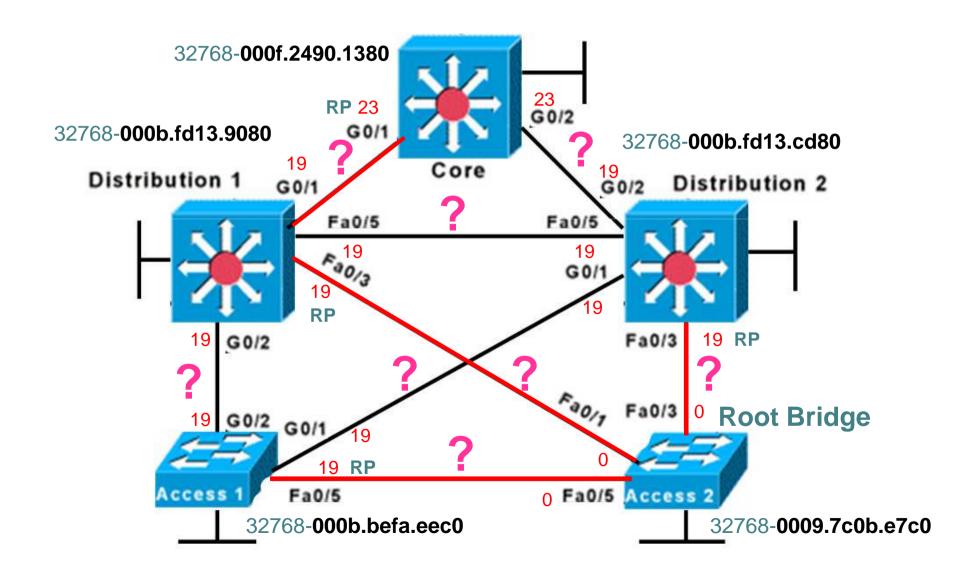


Étape 3 : Choix des ports désignés

- C'est le port unique d'un commutateur qui échange des données (trafic entrant et sortant) avec le pont racine.
- Il peut également être considéré comme le port annonçant le coût le plus bas vers le pont racine.

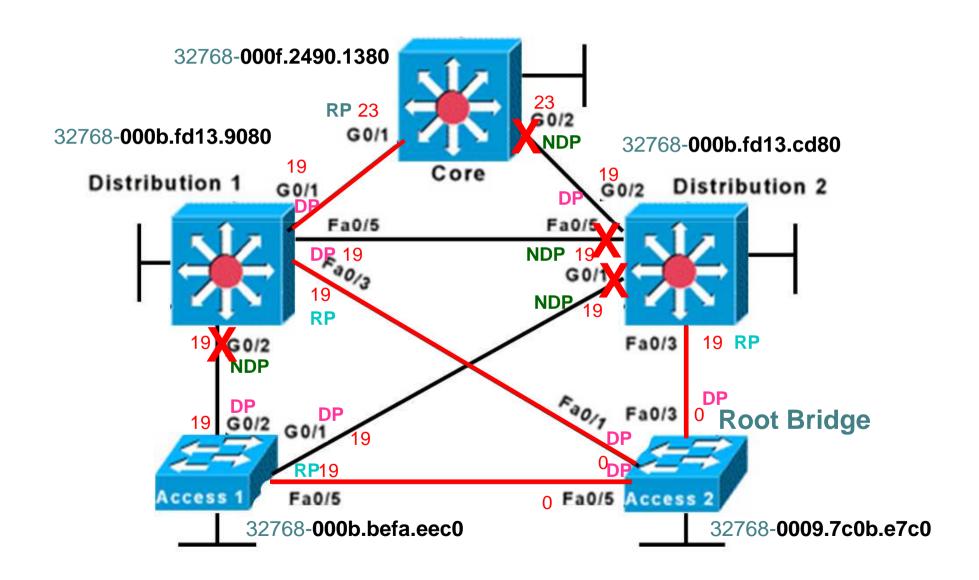


Exemple : port désigné





Exemple : port désigné





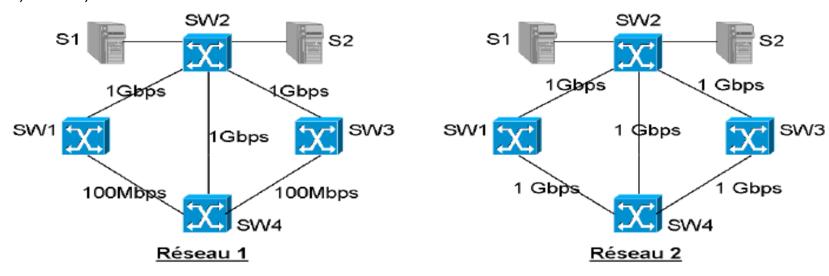
STP: questions

- 1. Quelle est la première étape du processus STP ?
- 2. Comment un administrateur réseau peut-il influer sur le choix du commutateur STP qui deviendra le pont racine ?
- 3. Dans quels buts les commutateurs utilisent-ils les informations contenues dans les unités BPDU ?
- 4. Sur quel critère est basé Le choix du port à bloquer lorsque deux ports ont un coût égal ?
- 5. Les commutateurs autre que racines ne possèdent qu'un port racine? Vrai ou faux?



STP: Exercice

Chaque commutateur des deux réseaux ci-dessous a un identifiant (BID) : supposons que cet identifiant soit dans l'ordre 1, 2, 3 et 4 respectivement pour les commutateurs SW1, SW2, SW3 et SW4.



- 1. Pour chacun des deux réseaux, indiquez l'arbre résultant du protocole STP?
- 2. Pour chacun des deux réseaux, dites si l'arbre résultant du protocole spanning tree est l'arbre le plus adapté. Si ce n'est pas le cas, que faudrait-il faire pour l'arbre résultant soit plus adapté ?