

## Chap3.1 R3 TP3 Le protocole Spanning Tree

Le protocole **STP** (*Spanning Tree Protocol*), défini par la norme **802.1d**, est un protocole de **niveau 2** (liaison de données) conçu pour les commutateurs (*switchs*) et dont le but est de s'assurer qu'il n'y a pas de **boucle** « logique » dans un réseau qui offrirait (volontairement ou non) des liaisons redondantes entre commutateurs. Si le cas se présente, STP a pour rôle de détecter et de désactiver cette « boucle ». Il fait donc en sorte que les matériels ne fournissent qu'un seul chemin « logique » entre deux stations d'extrémité. Ce chemin logique sans boucle est appelé « arbre déployé ».

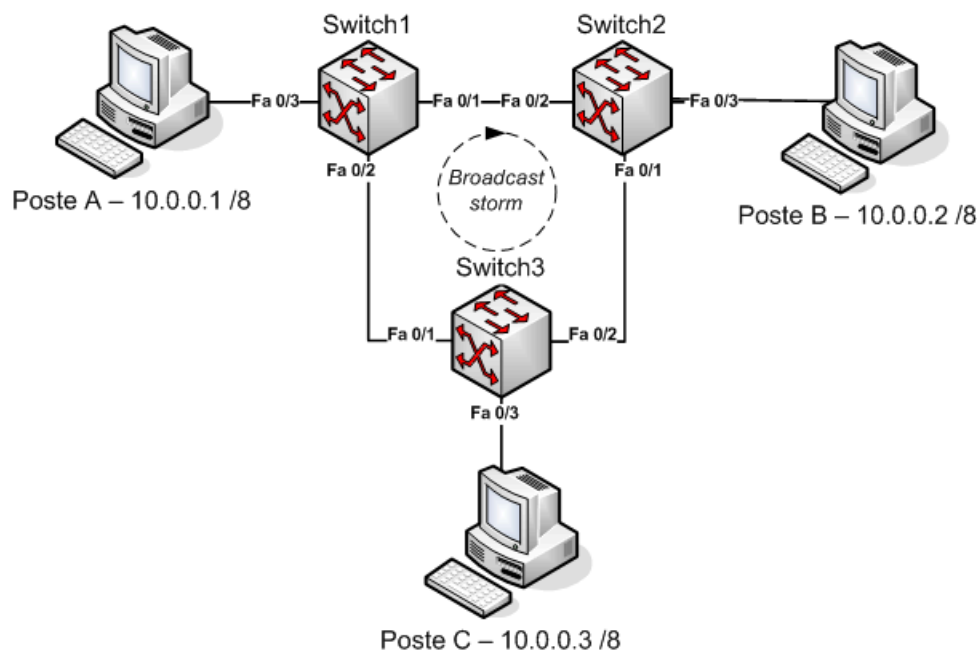
Le fonctionnement de STP repose sur la sélection automatique d'un **commutateur racine** (*switch Root* ou *Root bridge*) et sur le calcul des chemins ayant le plus faible « coût » (les plus « performants ») vers ce switch racine. Les ports des matériels de niveau 2 compatibles STP présentent à cet effet divers états dont l'état « *Blocking* » qui bloque le transfert des trames de données et l'état « *Forwarding* » qui autorise le passage des trames de données.

### Problématique

Dans un contexte de liaisons redondantes (boucles) sans utilisation de STP, divers problèmes peuvent survenir et notamment les « tempêtes de broadcast ».

### Tempêtes de broadcast

Lorsque des trames de diffusion (*broadcast*) sont envoyées (soit FF-FF-FF-FF-FF-FF comme adresse MAC de destination), les switchs envoient ces trames sur tous leurs ports. Or les trames Ethernet (niveau 2) n'ayant pas de durée de vie TTL (*Time To Live* - comme il en existe dans les datagrammes IP - niveau 3), elles peuvent tourner « indéfiniment ». Elles circulent donc en boucle et sont répercutées de switch en switch, c'est la « tempête de broadcast » (*broadcast storming*).



Bien qu'une topologie physique puisse **volontairement** offrir plusieurs chemins physiques, pour améliorer la fiabilité d'un réseau, STP a donc pour rôle de créer un chemin « logique », « optimum » et sans boucle, évitant la « tempête de broadcast ».

Un chemin « sans boucle » logique impose que certains des ports d'interconnexion soient **bloqués** et d'autres non et les commutateurs doivent être mis à jour dès qu'une éventuelle modification de la topographie physique se produit. Les switchs échangent donc régulièrement des trames dites **BPDU** (*Bridge Protocol Data Unit*) afin de recréer le plus rapidement possible (**temps de convergence STP**), une nouvelle topologie logique sans boucle.

Les ports des commutateurs peuvent donc être dans différents états :

- **Forwarding** : passant, le port reçoit et envoie des données,
- **Blocking** : bloqué, le port évite une boucle, il n'envoie ni ne reçoit aucune donnée, il peut passer en mode *forwarding* si un autre lien tombe,
- **Learning** : en apprentissage, le switch est en train de construire une table mappant les adresses MAC au numéro de port,
- **Listening** : en écoute, le port écoute les BPDU et détermine la topologie du réseau,
- **Disable** : désactivé par un administrateur.

## Mise en place de l'atelier

### Moyens nécessaires

- Trois switchs manageables CISCO 2950, 3 PC, 3 câbles « croisés » et 3 câbles « droits ».

**Nota :** Ce TP peut également être effectué sur un simulateur Packet Tracer, Boson Netsim...

### Mise en place de l'atelier

1. Connectez les switchs entre eux avec les câbles croisés, en respectant un lien d'interconnexion « port 1 du switch vers port 2 du suivant » ce qui vous permettra de mieux vous repérer par la suite.
2. Configurez les postes **A**, **B** et **C** avec les adresses IP et masque du schéma. Pas de passerelle et connectez les au port 3 de chaque switch avec les câbles droits.
3. Notez les adresses MAC des postes **A**, **B** et **C** (vous pouvez ne noter que les derniers symboles hexadécimaux de l'adresse Mac).

Mac Poste A	Mac Poste B	Mac Poste C
0001.64C6.840E	00E0.A33A.3B87	00E0.F744.5A47

## Mise en œuvre de STP

### Observations

Nous allons maintenant passer à l'observation de l'arbre STP et déterminer quel est le commutateur racine.

Le **commutateur racine** (*switch Root*) est le point central de l'arbre STP. Chaque switch est repéré par un identifiant ID qui comporte deux parties :

- la priorité (2 octets)
- l'adresse MAC (6 octets).

La priorité gérée par le protocole 802.1d (STP) est par défaut : **32 768** (soit 0x80 00). Un switch avec une priorité par défaut et avec, par exemple, l'adresse MAC 00:A0:C5:12:34:56, prendra ainsi l'ID 8000:00A0:C512:3456. Au final, c'est le switch qui aura l'identifiant (ID) **le plus faible** qui sera **élu commutateur racine**.

1. Faites, sur chaque switch, la commande suivante : Switch# **show mac-address-table** (**sh m** est plus rapide...).
2. Notez, dans le tableau suivant, les valeurs trouvées (vous pouvez ne noter que les derniers symboles de la Mac). Si vous ne voyez aucune adresse attendez un peu que les interfaces passent « up » (les switchs sont en train d'élire le *switch Root*) et refaites le **sh mac**.

Switch1		Switch2		Switch3	
Mac	Port	Mac	Port	Mac	Port
0005.5ee4.c201	Fa0/2	0050.0f44.5002	Fa0/2	0007.ec9d.7e02	Fa0/1
0050.0f44.5002	Fa0/1			0050.0f44.5001	Fa0/2

## Mise en œuvre du Spanning Tree

- Quel est le switch qui a l'ID le plus faible ?

Switch 1

- Faites, **sur chaque switch**, la commande suivante : Switch# **sh sp**

- Dans quel VLAN fonctionne le STP ?

VLAN0001

- Pour quel switch est mentionné l'information « This bridge is the root »?

Dans le switch 1

- Logiquement ce devrait-être celui repéré précédemment...

- Faites, à partir du **Poste A**, un **ping** vers les deux autres postes et faites de même à partir des **Poste B** et **Poste C**.

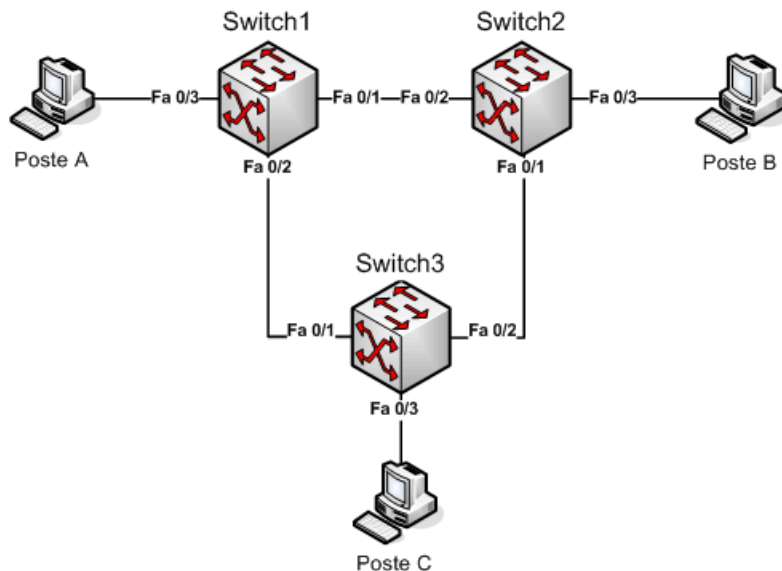
- Observez à nouveau les adresses MAC des switches (commande **sh m**) et notez les valeurs trouvées dans le tableau suivant. En principe de nouvelles lignes se sont ajoutées. **Attention** : il s'agit de tables « dynamiques » et les MAC (autres que celles du switch « local ») peuvent « disparaître » au bout d'un moment. Il suffit de refaire les ping si besoin...

- Complétez la colonne **S/P** avec le numéro du Switch ou du Poste à l'origine de ces ajouts (à qui la MAC qui apparaît dans la table appartient-elle).

Switch1			Switch2			Switch3		
Mac	Port	S/P	Mac	Port	S/P	Mac	Port	S/P
0001.64c6.840e	Fa0/3	Poste A	0007.ec9d.7e01	Fa0/2	Switch 1	0007.ec9d.7e02	Fa0/1	Switch 1
0005.5ee4.c201	Fa0/2	Switch 3				0050.0f44.5001	Fa0/2	Switch 2
0050.0f44.5002	Fa0/1	Switch 2						
00e0.a33a.3b87	Fa0/1	Poste B						
00e0.f744.5a47	Fa0/2	Poste C						

Vous devriez constater que le **switch Root** possède la table d'adresses MAC la plus « importante » et que chaque switch sait désormais que pour atteindre telle adresse MAC il doit « sortir » par tel port.

- Observez attentivement...et complétez si besoin le schéma suivant, en marquant d'une flèche au niveau de chaque switch, par où sort le paquet pour atteindre tel ou tel **Poste**...



Un des liens n'est pas « utilisé » par STP, ce lien n'étant « rétabli » qu'en cas de « rupture » d'un des autres liens et après une nouvelle élection de switch Root.

D'après vos observations :

- Quel est le switch Root ? **Switch 1**
- Quel est le lien invalidé ? **Switch 3 vers Switch 2**

Sur le commutateur « racine », **tous les ports** sont des **ports désignés** qui doivent être dans l'état FWD « *forwarding* », c'est-à-dire qu'ils reçoivent et renvoient le trafic. Sur les autres switchs certains ports d'interconnexion (de switch à switch) sont à l'état FWD (*Forward*) et font donc « suivre » les trames, tandis que d'autres sont à l'état BLK (*Blocked*) et ne font pas suivre les trames, ce qui permet de « supprimer la boucle ». Vérifions.

Afin d'optimiser les chemins, chaque switch « non-root » a défini un port **Root**, qui est le port offrant le chemin « optimum » vers le commutateur racine. Normalement, ce port **Root** est en état « *forwarding* ». On trouvera ainsi des ports :

- *Root* (Root) - Racine
- *Designated* (Desg) - Désigné
- *Not Designated* ou *Alternate* (Altn) – Autre ou Alternatif

7. Faites, sur chaque switch : Switch# **show spanning-tree** (**sh sp** est plus rapide...) et notez dans le tableau suivant le rôle et l'état (status) de chaque port.

Sur un des switchs, autre que le *switch root*, l'un des ports devrait-être à l'état **BLK** (*Blocked*) afin d'invalider le lien correspondant. Ceci devrait permettre de confirmer les observations précédentes quant au commutateur maître et au lien invalidé trouvés précédemment !

Switch1			Switch2			Switch3		
Port	Rôle	Status	Port	Rôle	Status	Port	Rôle	Status
0/1	<b>Desp</b>	<b>FWD</b>	0/1	<b>Altn</b>	<b>BLK</b>	0/1	<b>Root</b>	<b>FWD</b>
0/2	<b>Desp</b>	<b>FWD</b>	0/2	<b>Root</b>	<b>FWD</b>	0/2	<b>Desp</b>	<b>FWD</b>
0/3	<b>Desp</b>	<b>FWD</b>	0/3	<b>Desp</b>	<b>FWD</b>	0/3	<b>Desp</b>	<b>FWD</b>

D'après vos observations :

- Quel est le switch Root ? **Switch 1**
- Quel est le lien invalidé ? **Switch 3 vers Switch 2**

Vous avez sans doute observé que chaque switch présente une **priorité**, probablement d'une valeur de **32769** (en fait 32768 par défaut). Cette valeur peut aller de 0 à 61440 par incréments de 4096.

Le commutateur **racine** ayant été « élu » par le protocole STP du fait de sa valeur d'ID (**priorité**+@MAC). Il est donc possible d'imposer un autre switch comme « racine » de l'arbre STP, en changeant la **priorité du switch** (commande : **spanning-tree vlan *vlan-id* priority *valeur\_priorité***) - à défaut de sa MAC plus délicate à modifier...

Vous avez dû remarquer également que chaque port présente un coût (cost), probablement d'une valeur **19**. Un coût par défaut est dépendant du type de lien physique utilisé.

Lien	Coût par défaut	Plage de coût recommandée
10 Mbit/s	100	50 à 600
100 Mbit/s	19	10 à 60
1 Gbit/s	4	3 à 10
10 Gbit/s	2	1 à 5

Ce coût peut également être modifié afin de provoquer l'élection de tel ou tel commutateur ou de changer l'état de tel ou tel port. La commande de configuration est : (config-if)#**spanning-tree vlan *vlan-id* cost *cost***.

En cas de coût égaux, c'est la **priorité du port** (d'une valeur de 0 à 255) qui emporte le choix (elle est de 128 par défaut) : (config-if)#**spanning-tree vlan *vlan-id* port-priority *priority***

### Imposer un commutateur racine

Nous avons vu qu'il est possible de forcer un switch comme maître et qu'il est également possible de déterminer le coût ou la priorité des ports.

Nous allons donc « élire » le **Switch1** comme commutateur racine (bien entendu, si dans votre cas Switch1 est déjà le root, vous pouvez choisir un autre switch).

1. Faites, sur le **Switch1**, les commandes suivantes :

```
Switch1# configure terminal (ou conf t plus rapide...)
Switch1(config-if)# spanning-tree vlan 1 priority 4096 (ou sp vl 1 p 4096)
Switch1(config-if)# exit
Switch1# show spanning-tree (ou sh sp)
```

- Qu'est-ce qui vous permet de constater immédiatement que le **Switch1** est bien devenu le commutateur racine ?

**La ligne "This bridge is a root"**

2. Faites un **show spanning-tree** sur chacun des deux autres switches.

- Qu'est-ce qui vous permet de confirmer que le **Switch1** est bien le commutateur racine ?

**Sur les autres switches cette ligne ne s'affiche pas ce qui est normal.**

### Provoquer une élection par modification d'un lien

Supposons qu'un des liens d'interconnexion entre nos switches vienne à être « rompu » (débranchement intempestif dans la baie de brassage, rupture du câble...). Les ports devraient changer d'état automatiquement ou une nouvelle élection de switch *root* devrait avoir lieu. C'est ce que nous allons vérifier.

1. Faites, sur le **Switch1**, les commandes suivantes :

```
Switch1# configure terminal (ou conf t plus rapide...)
Switch1(config-if)# interface fastEthernet 0/1 (ou int fa 0/1)
Switch1(config-if)# shutdown
Switch1(config-if)# exit
Switch1# show spanning-tree (ou sh sp)
```

Mise en œuvre du Spanning Tree

Patientez un peu le temps que les autres switchs réagissent.

2. Faites un **show spanning-tree** sur le **Switch2**.

- Quel port est devenu Root ? **Port Fa0/1**
- Pourquoi le port 3 n'est-il pas devenu Root ?

**Parce que le port 3 c'est le Poste B.**

3. Faites, sur le **Switch1**, les commandes suivantes :

```
Switch1# configure terminal (ou conf t plus rapide...)
Switch1(config-if)# interface fastEthernet 0/1 (ou int fa 0/1)
Switch1(config-if)# no shutdown
Switch1(config-if)# exit
```

Patientez un peu le temps que les autres switchs réagissent.

4. Faites un **show spanning-tree** sur le **Switch2**.

- Quel port est redevenu Root ? **Le port Fa0/2.**
- **Documentation complémentaire :**

Une petite animation flash (en anglais – mais bien faite) illustrant le principe de fonctionnement de STP est disponible à l'adresse :

- [www.cisco.com/warp/public/473/spanning\\_tree1.swf](http://www.cisco.com/warp/public/473/spanning_tree1.swf)

[http://cisco.goffinet.org/s3/spanning\\_tree](http://cisco.goffinet.org/s3/spanning_tree)