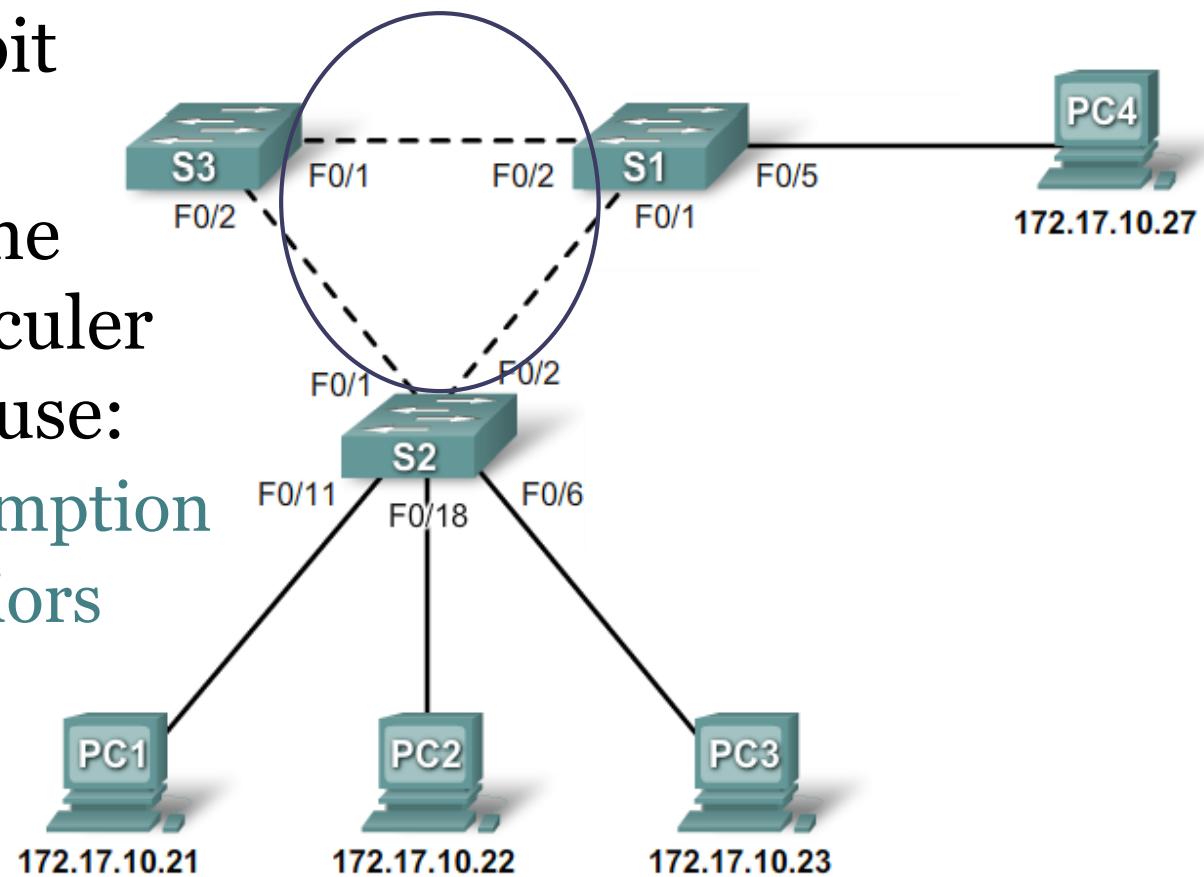


# Spanning Tree Protocol

Réseaux d'entreprise

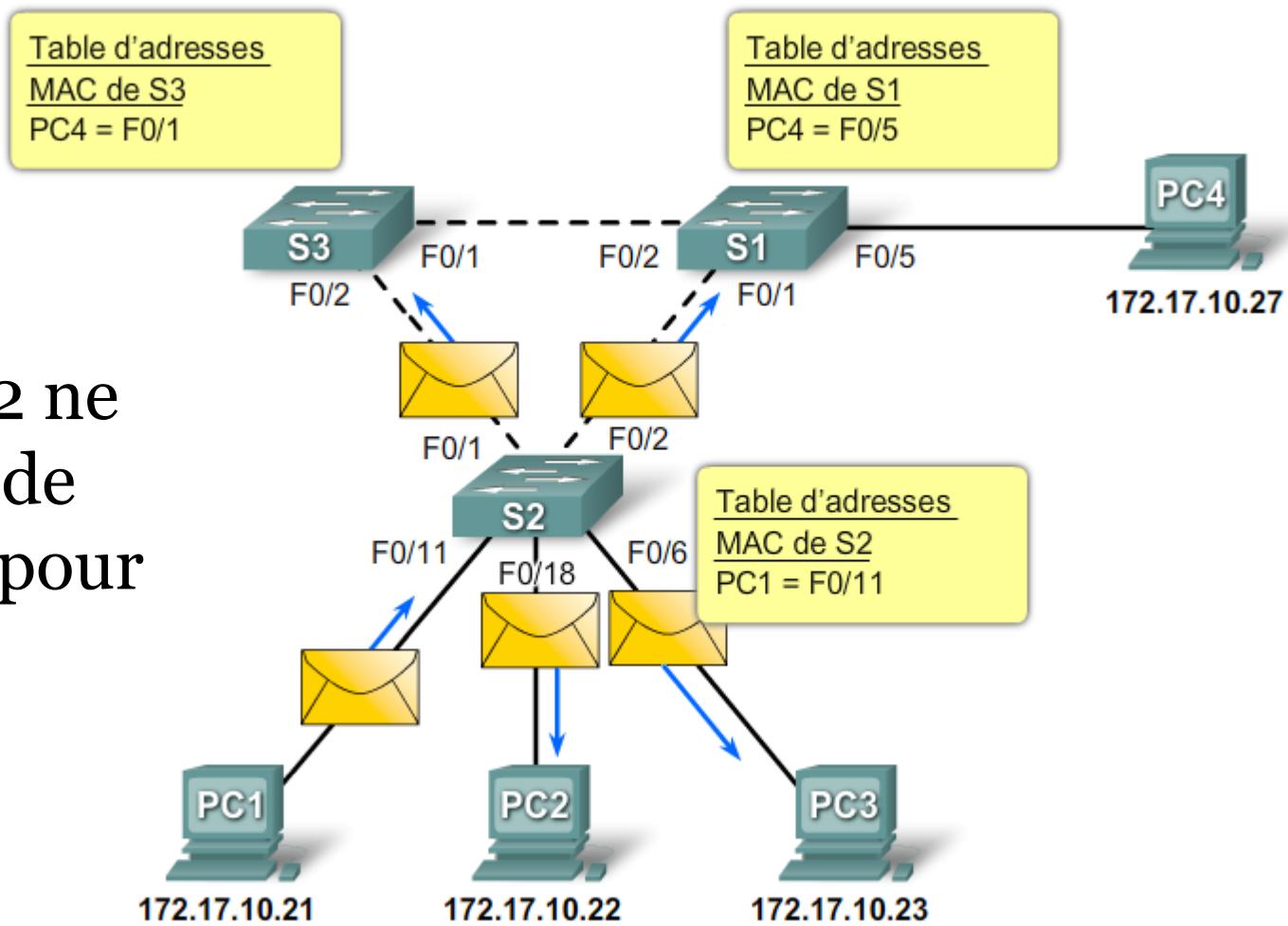
# Les boucles de couche 2

- Ethernet ne prévoit pas de TTL
- En cas de problème le paquet peut circuler à l'infini ce qui cause:
  - Resources consumption
  - Abnormal behaviors
  - CAM instability
  - Broadcast storm

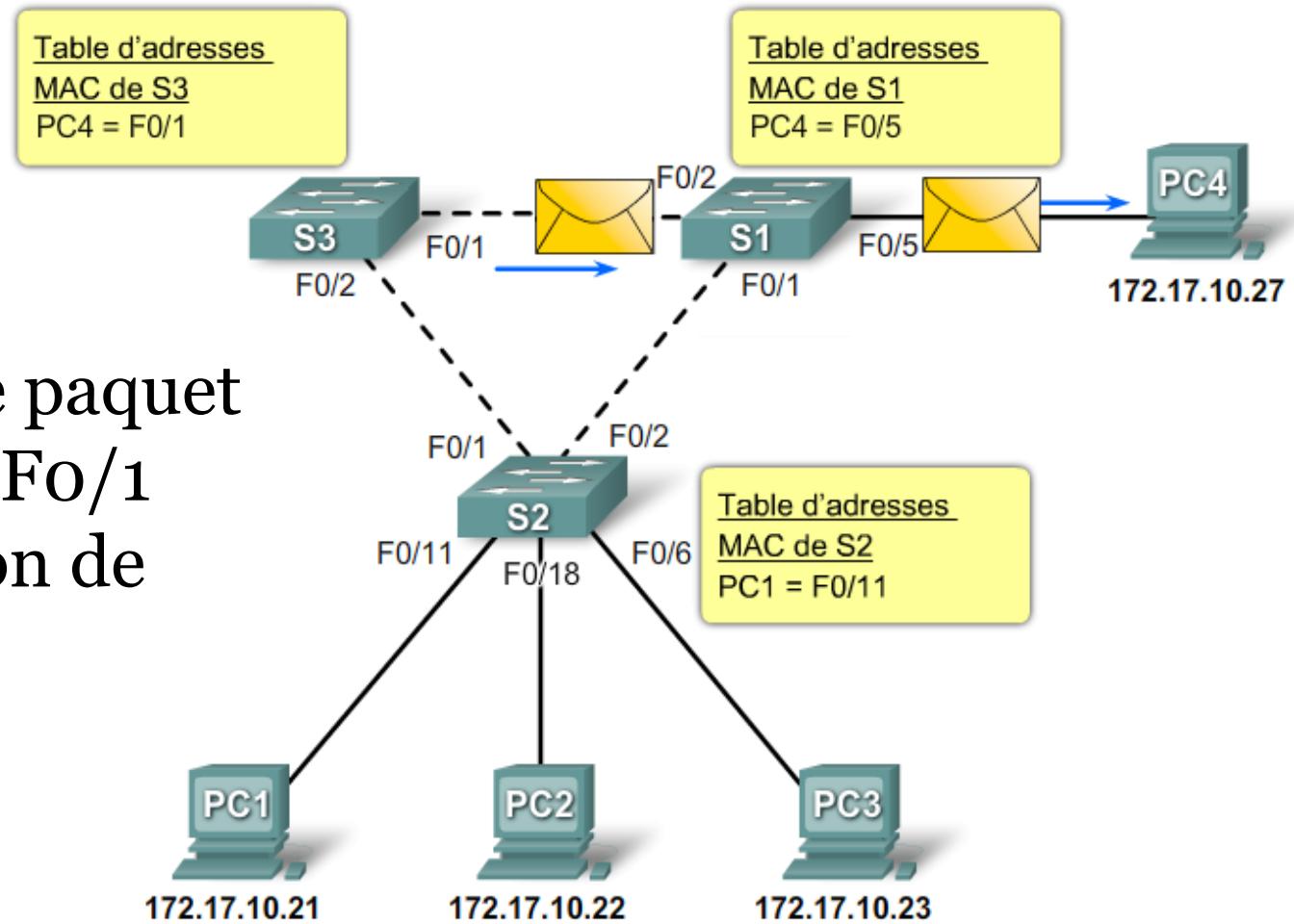


# Envoi double (1)

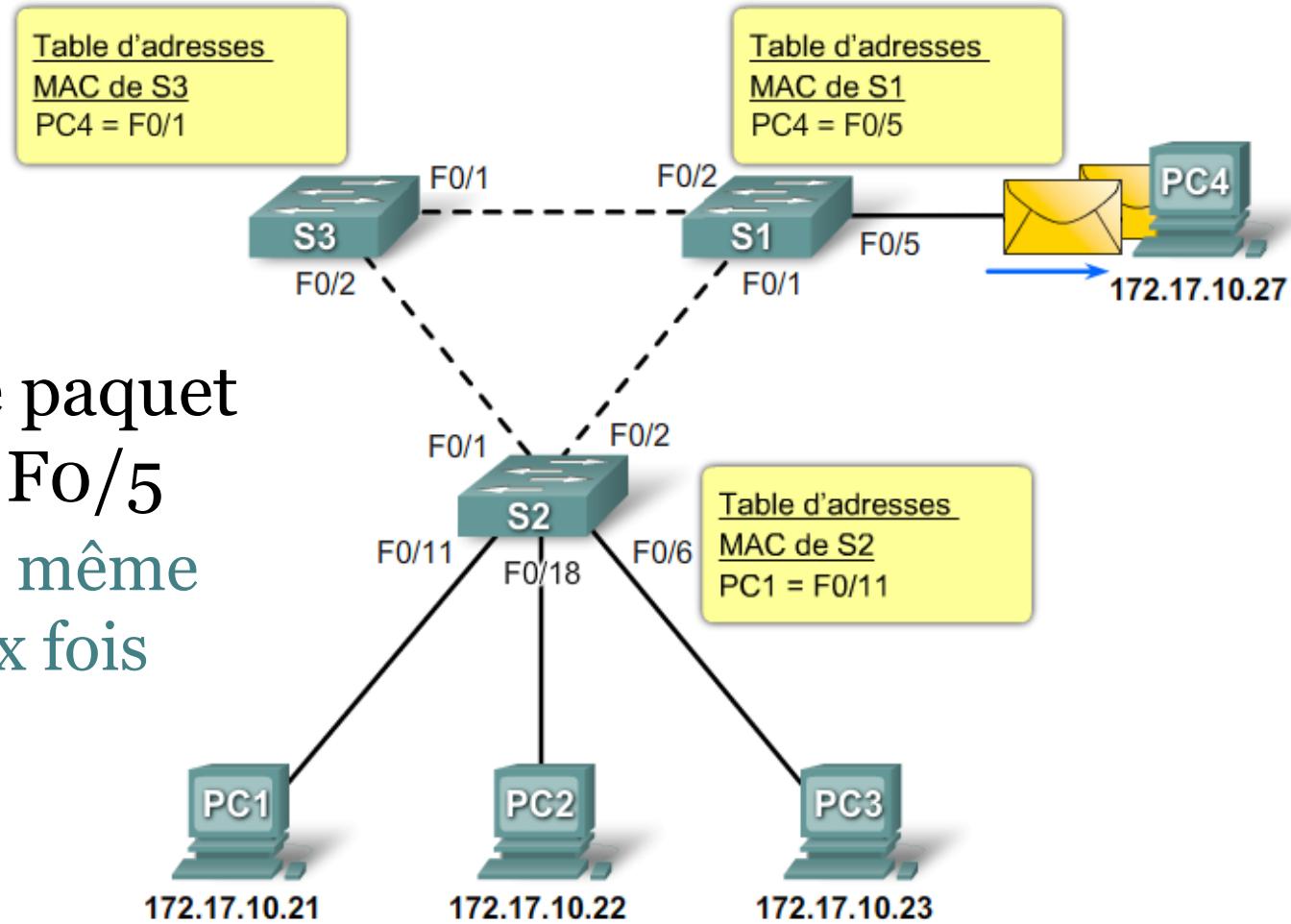
- Le Switch S2 ne connaît pas de destination pour PC4:
  - PC1 > PC4



# Envoi double (2)



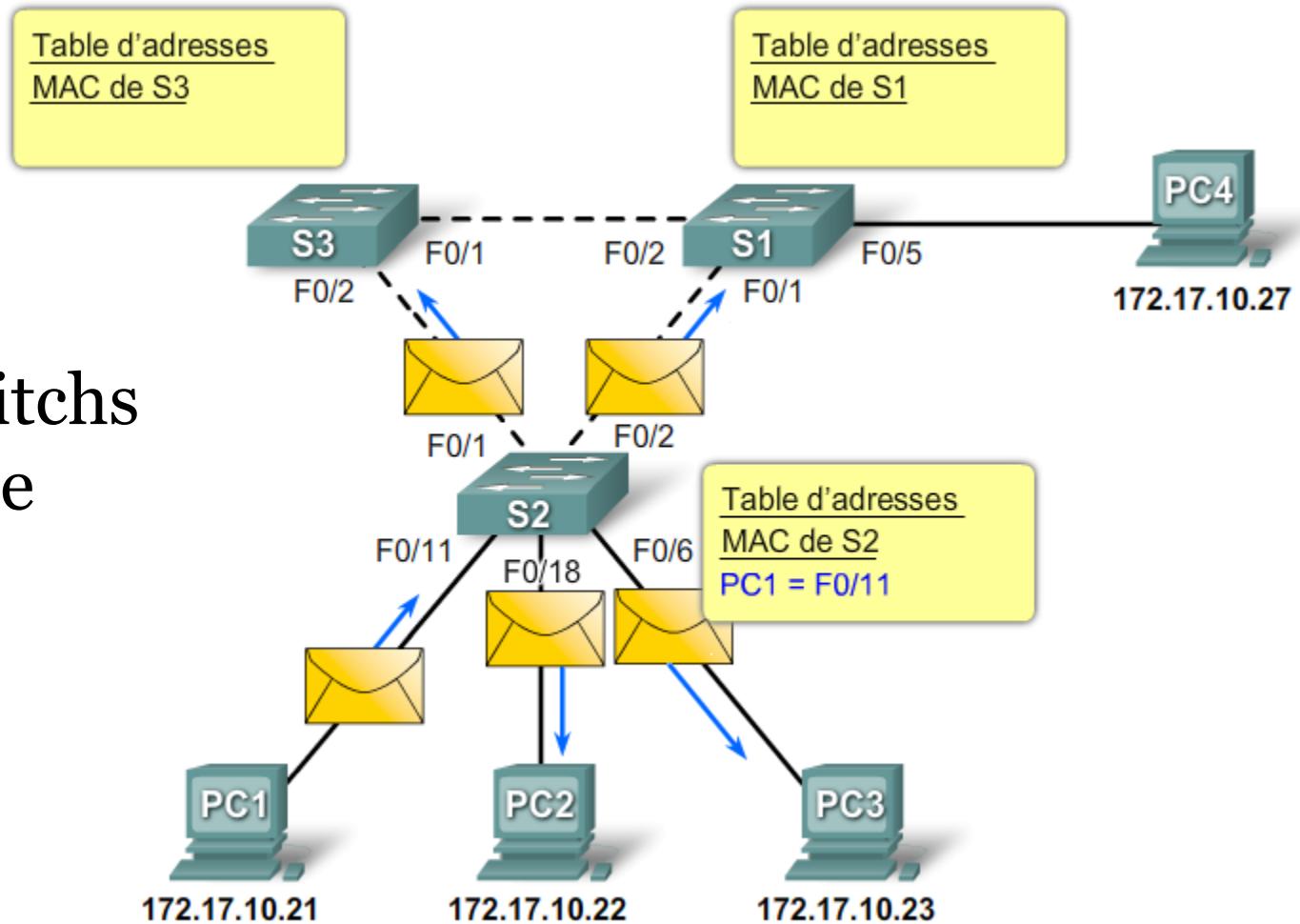
# Envoi double (3)



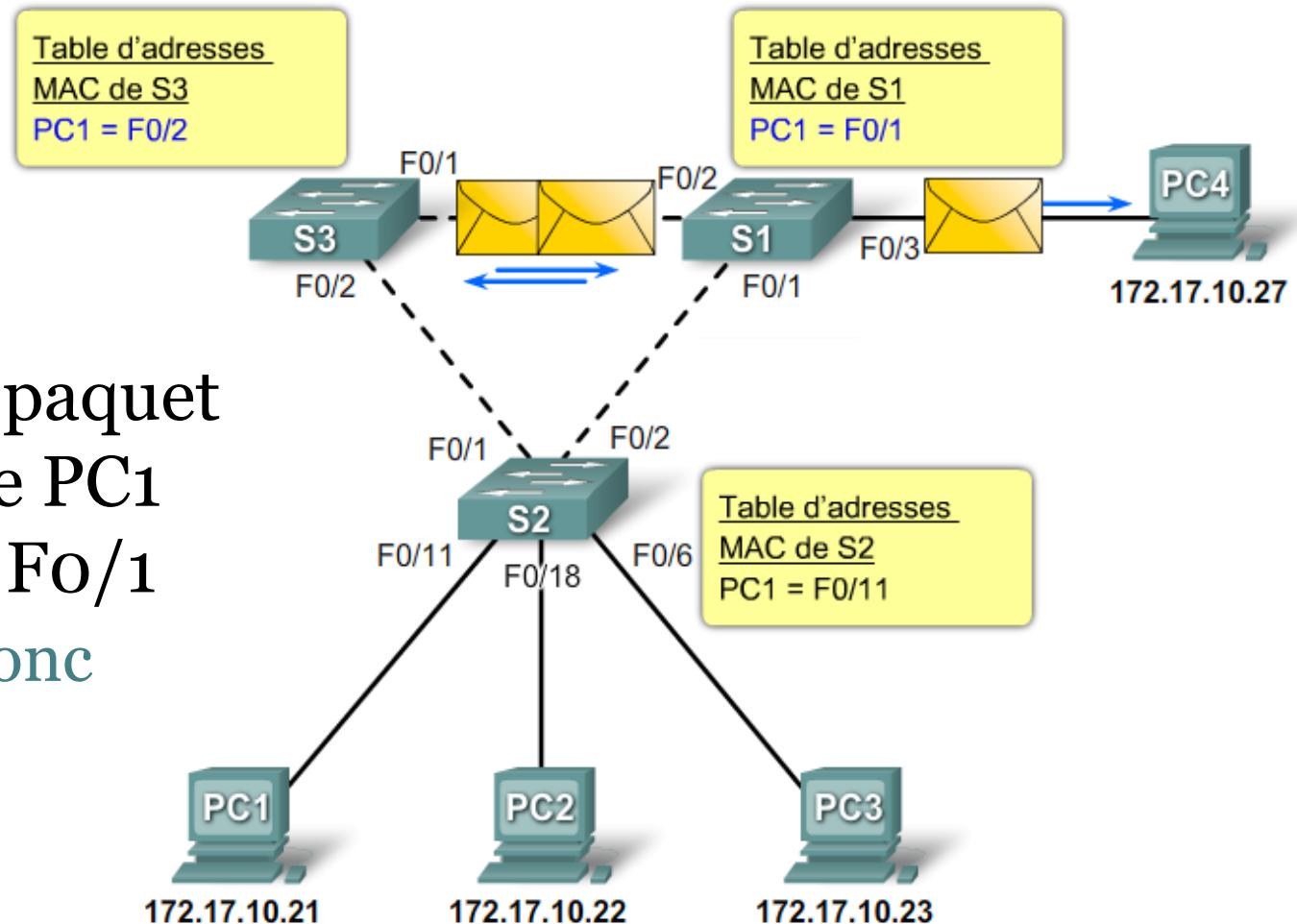
- S1 renvoie le paquet sur son port Fo/5
  - PC reçoit le même paquet deux fois

# Effacement de la CAM (1)

- Tous les Switchs ont une table CAM vide
  - PC1 > PC4



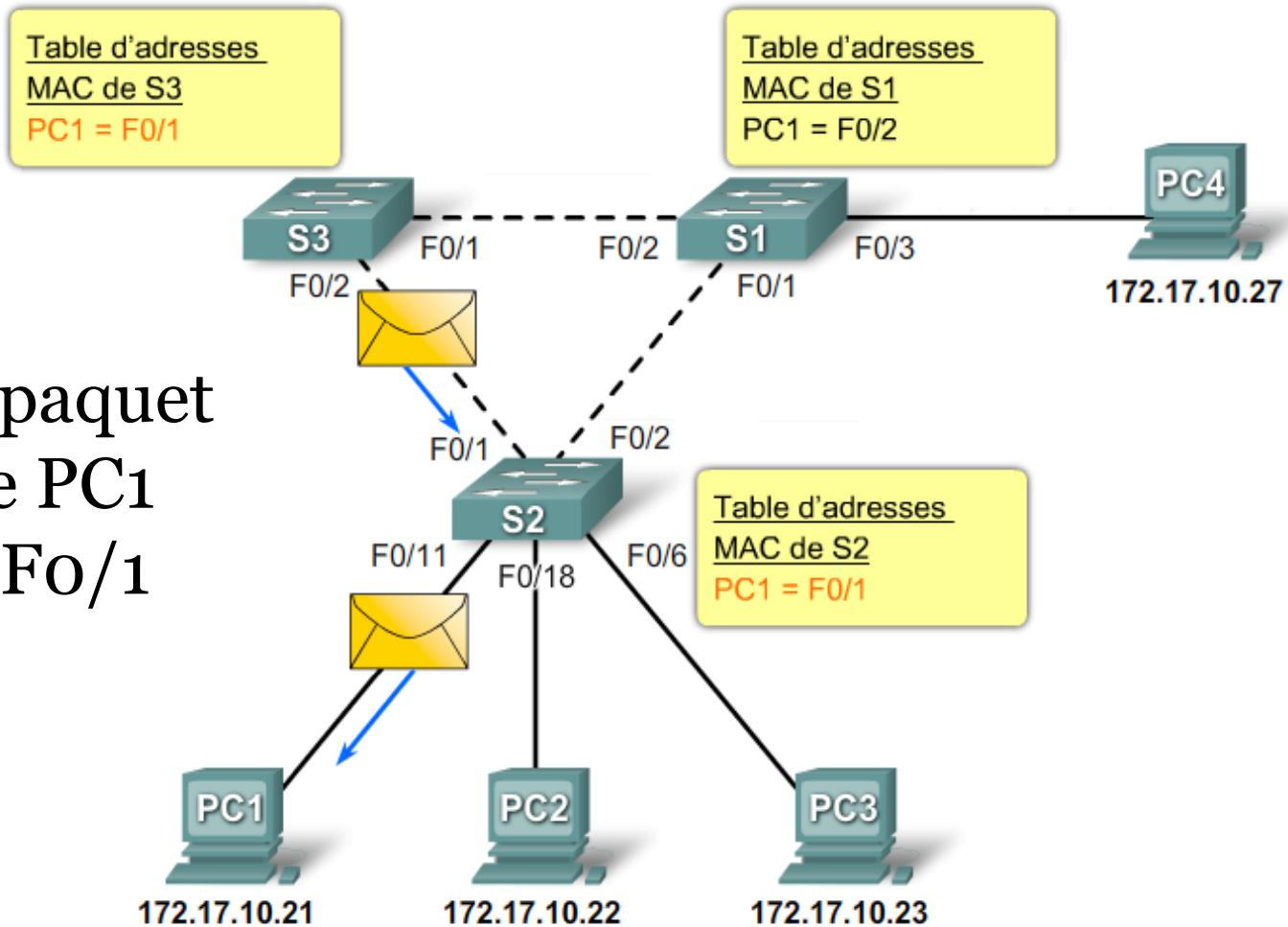
# Effacement de la CAM (2)



- S3 reçoit un paquet provenant de PC1 sur son port F0/1
  - Il corrige donc sa table

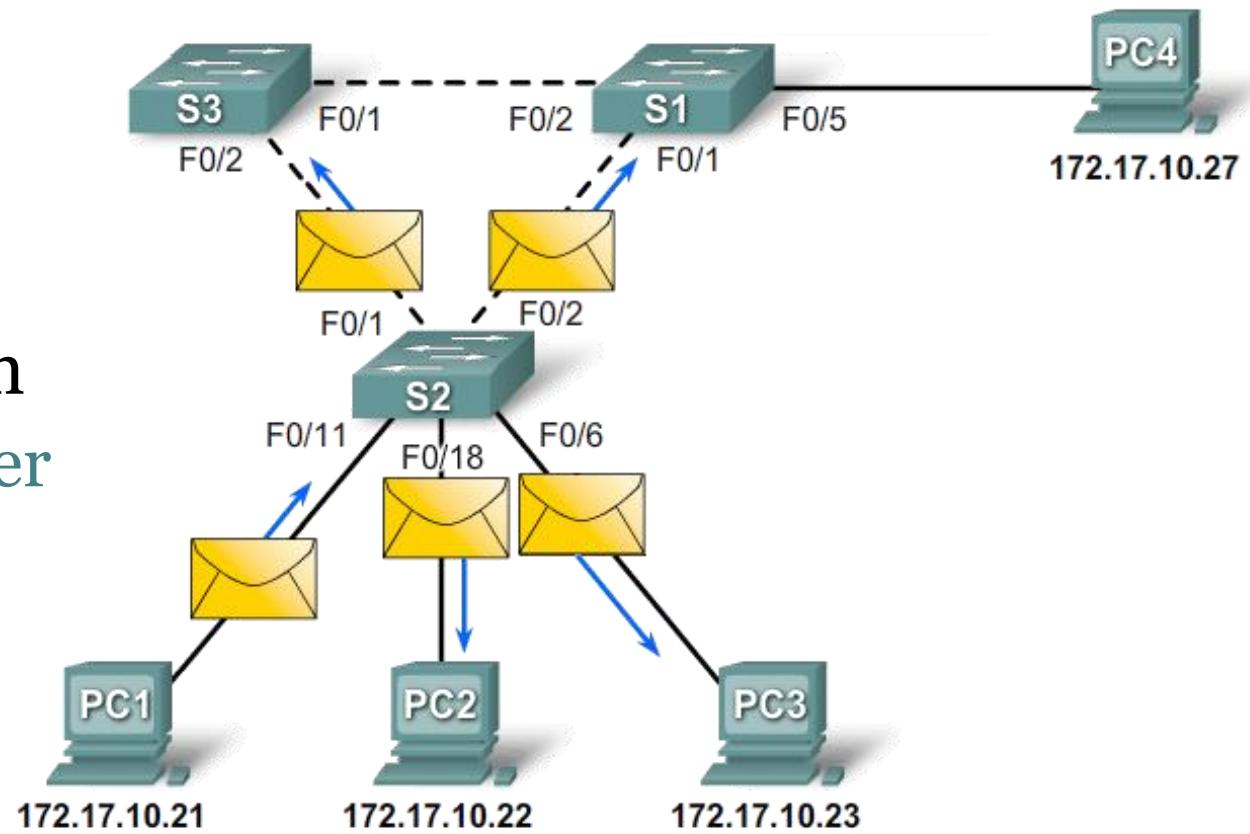
# Effacement de la CAM (3)

- S2 reçoit un paquet provenant de PC1 sur son port F0/1
  - La boucle devient  $\infty$



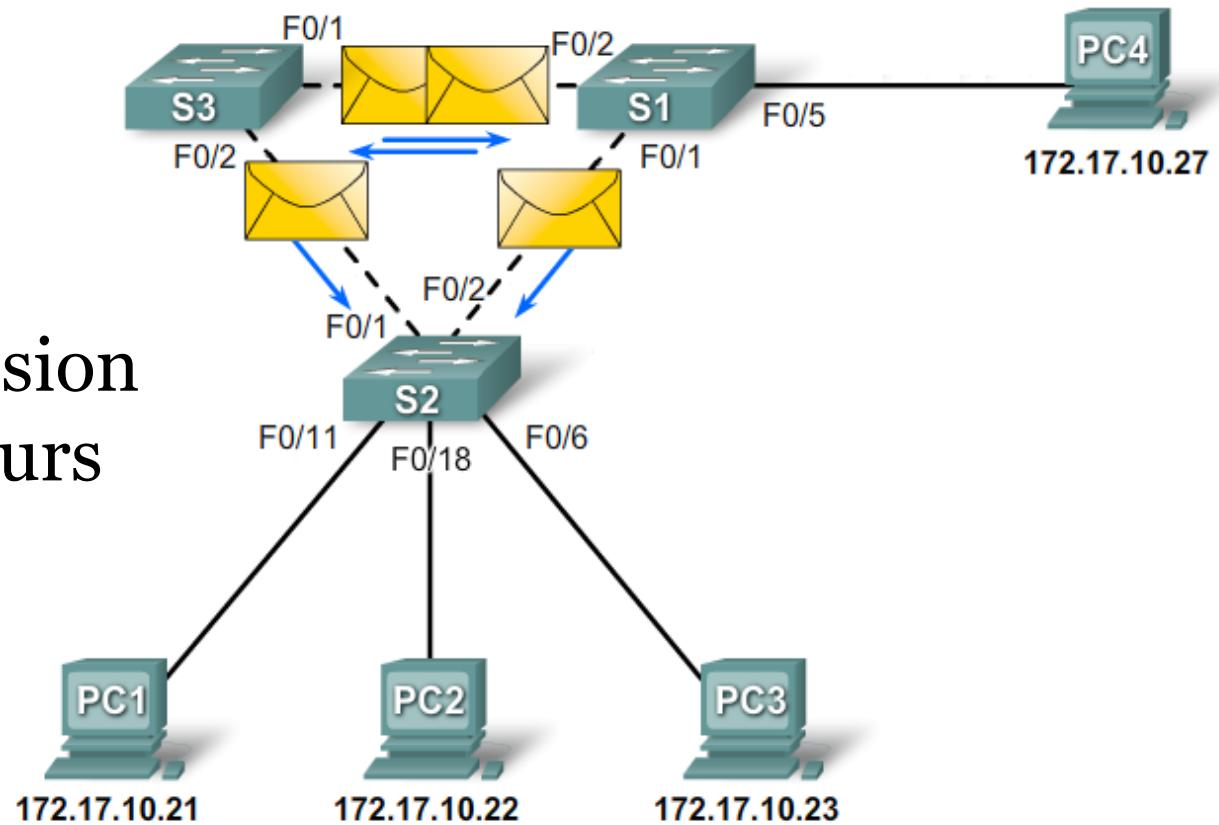
# Tempête de diffusion (1)

- PC1 envoie un paquet diffusion
  - S2 doit renvoyer le paquet sur tous les ports



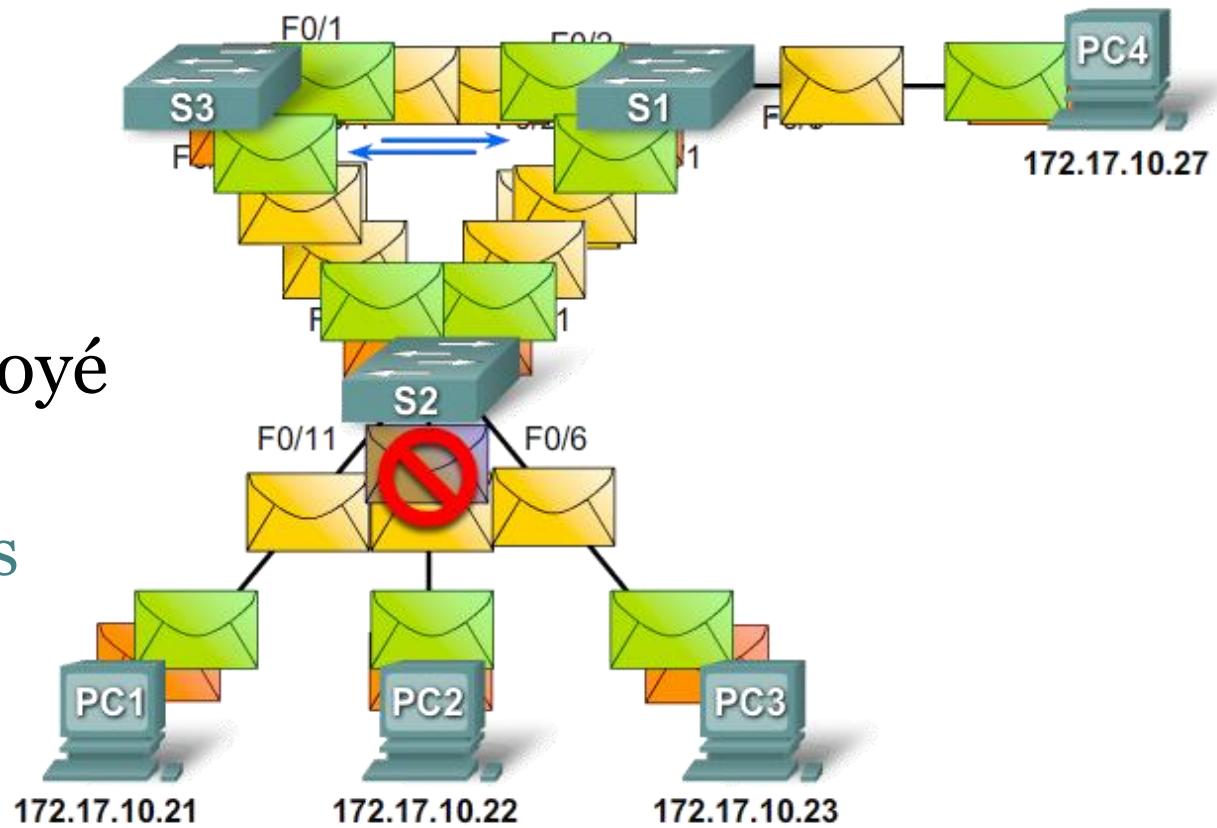
# Tempête de diffusion (2)

- S3 et S1 doivent renvoyer la diffusion reçue sur tous leurs ports
  - Multiplication du message

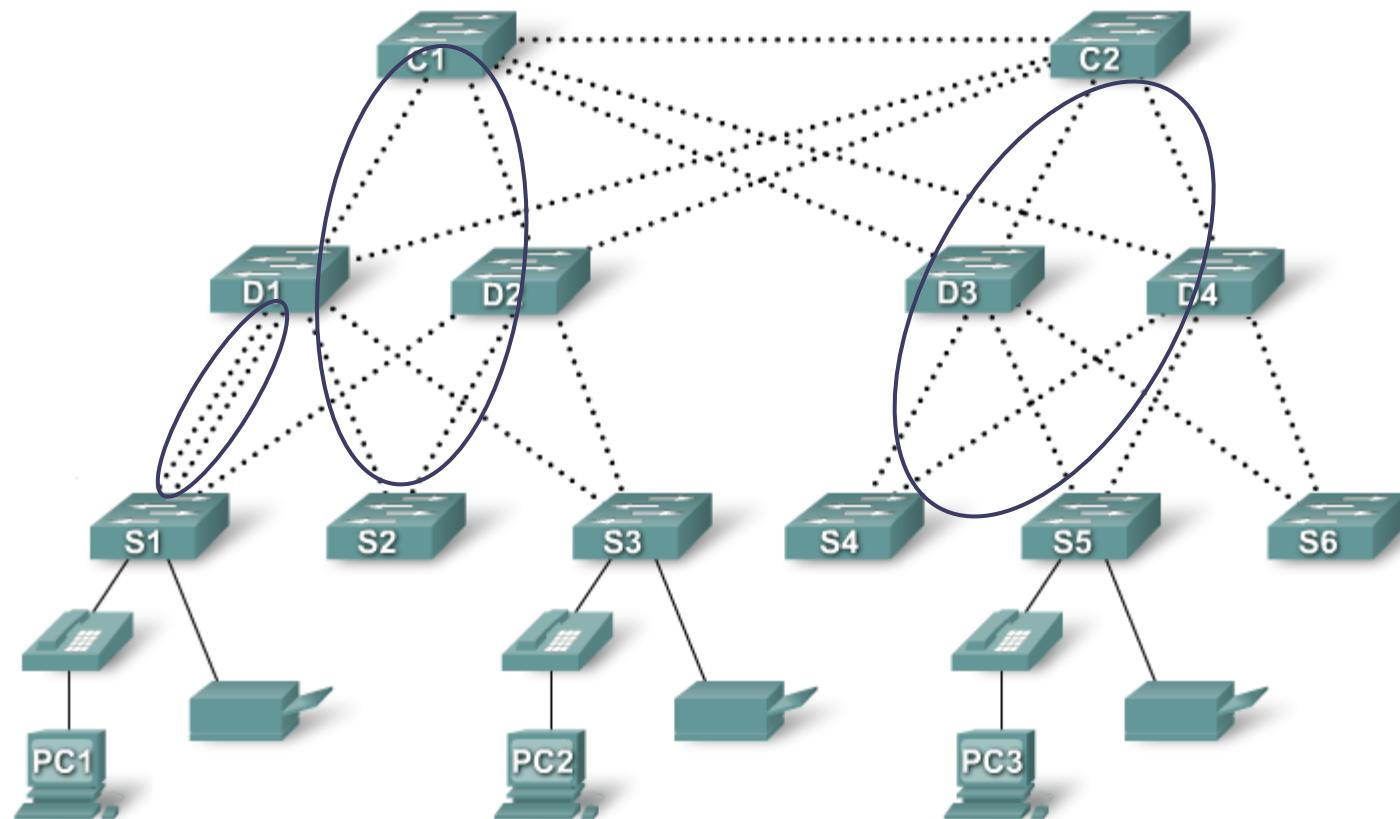


# Tempête de diffusion (3)

- Le message est dupliqué et renvoyé plusieurs fois
  - Saturation ports
  - Saturation de CPU des switchs



# Redondance Vs Boucles



# Spanning Tree Protocole STP

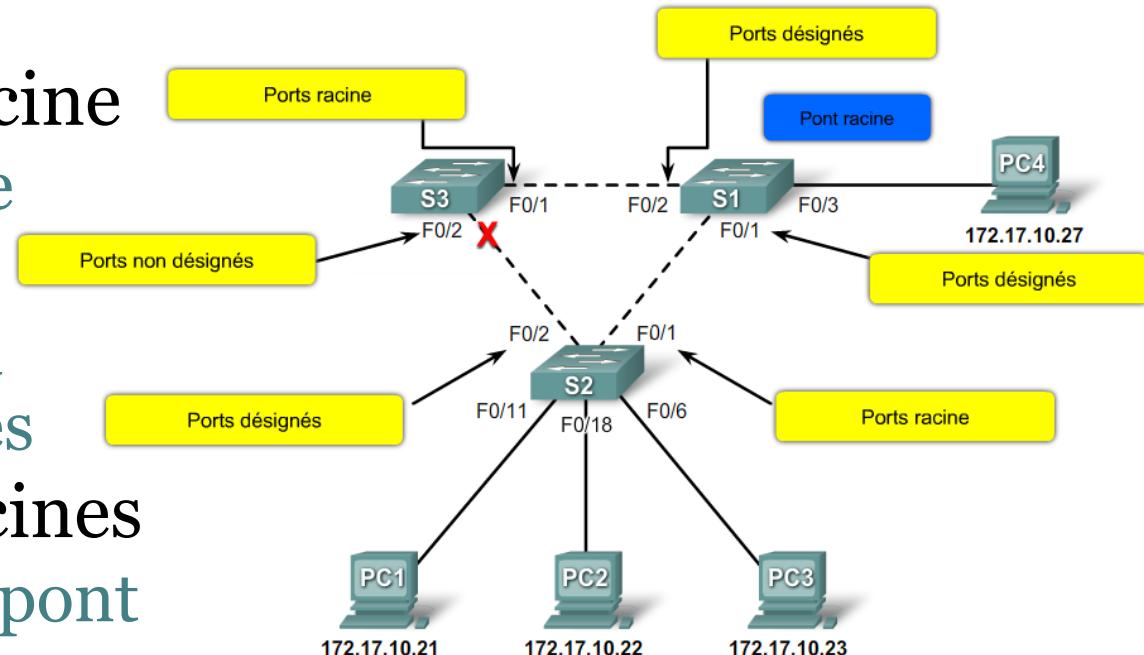
- But
  - Eliminer les boucles et conserver la redondance
  - Comme son nom l'indique => créer un arbre à partir d'UNE racine et DES branches puis désactiver les liens qui ne font pas partie de l'arbre.
- Comment
  - L'algorithme Spanning Tree
  - Echange de Paquet BPDU
  - 1 Unique chemin entre TOUS deux points (le meilleur)
  - Trouver un autre chemin en cas de panne

# Etapes du STP

- Election du pont racine
  - Un seul pont racine
  - L'ID le plus petit
  - Tous les ports de la racine sont désignés

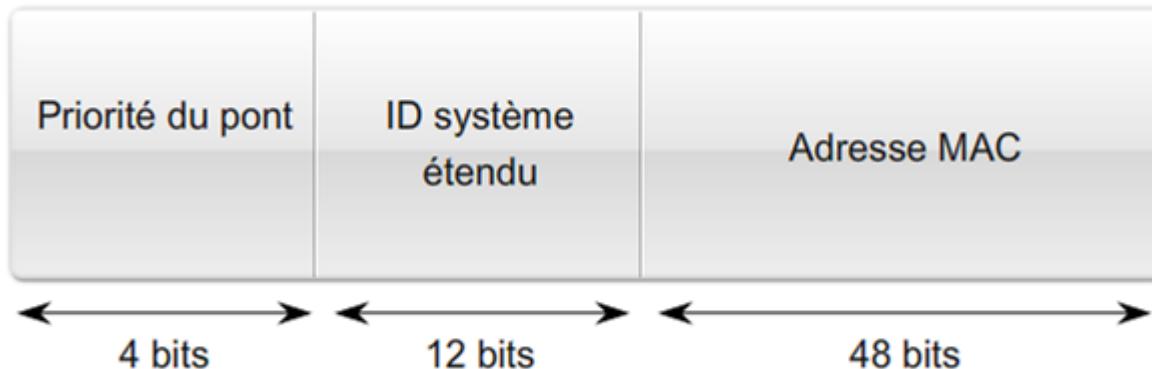
- Choisir les ports racines
  - Un port racine par pont non racine
  - Le plus petit coût vers la racine

- Décider pour les autres ports
  - Soit désignés : actif
  - Soit non-désignés : n'envoie/reçoit pas les données



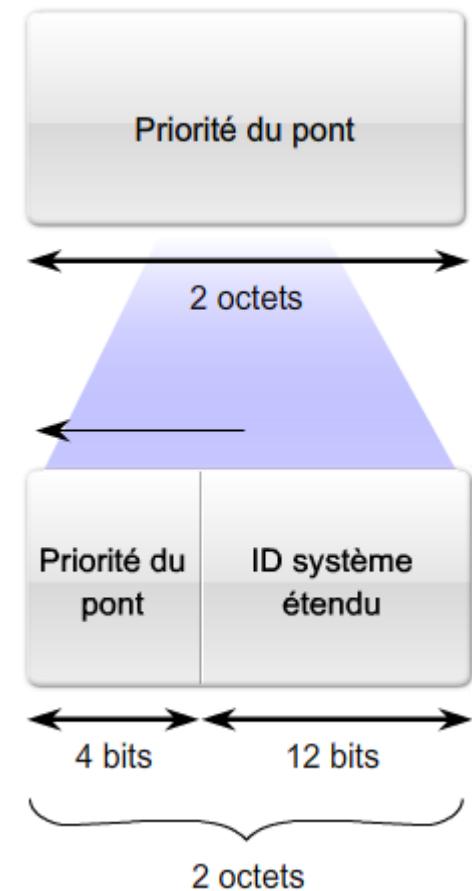
# Identificateur du pont : BID

- Permet :
  - D'identifier chaque commutateur participant à STP lors de l'échange des BPDU
  - D'élire le pont racine (le plus petit ID)
  - De décider des ports désignés/non-désignés



# Priorité du pont

- Le pont de priorité la plus faible est élu pont racine
- Les anciennes versions de STP (1998) n'intégraient pas les ID système.
  - Les priorités sont de 1 à 65 535
  - Un pas de 1
- Vers. 2004 Intégration de l'ID système
  - La plus faible priorité  $4096+1=4097$
  - Un pas de 4096
- Par défaut la priorité est 32 768/9



# Priorité du pont - Configuration

- Configuration
  - S1(config)#spanning-tree vlan{1-4} 095} priority {0-61 440}
    - root primary
    - root secondary
- Attention, dans le premier cas, au pas de 4096

# La BPDU

- But
    - Faire l'élection et former l'arbre (BPDU de configuration)
    - Notifier le changement de topologie (TCN-TCA)
  - De façon périodique (2s par défaut)
  - Plusieurs versions du protocole
  - Encapsulé dans IEEE 802.3, avec adresse multidif:
    - 01:80:C2:00:00:00 pour STP sdt
    - 01:00:0C:CC:CC:CD pour PVST

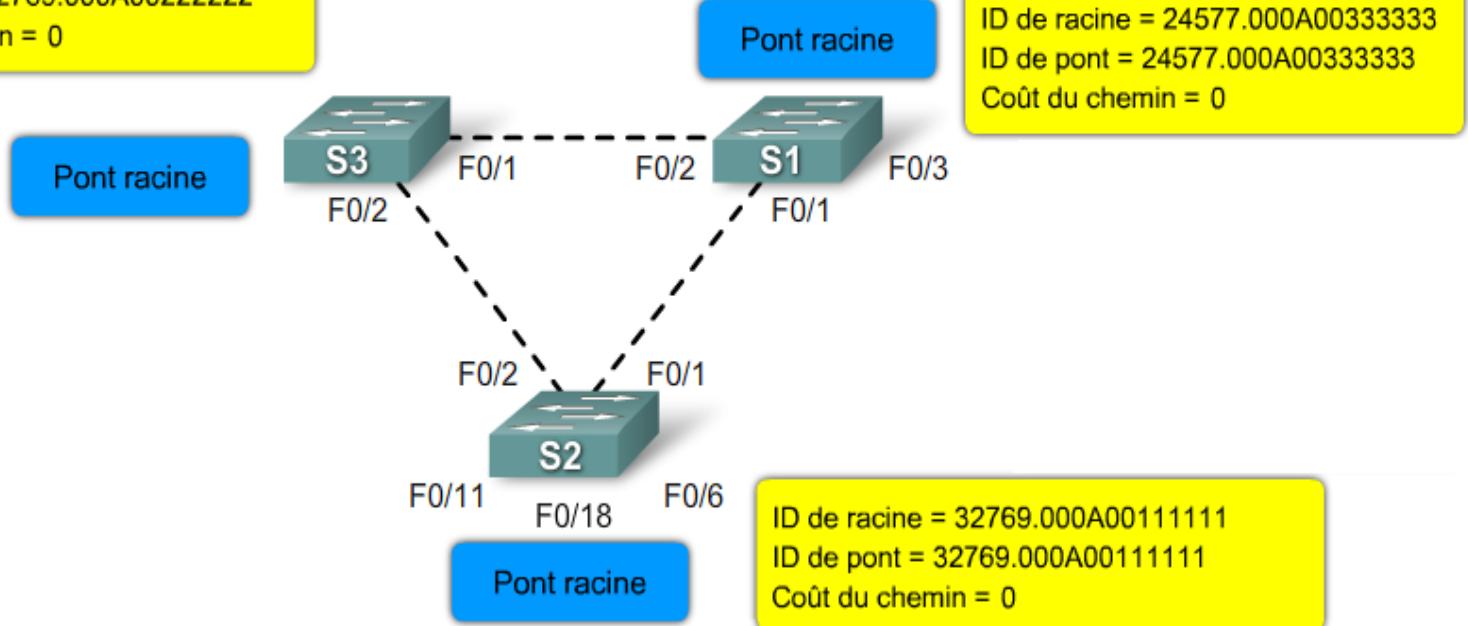
Protocol ID	Version	Message Type	Flags	Root Bridge ID	Root Path Cost	Sender Bridge ID	Port ID	Message Age	Maximum Age	Hello Time	Forward Delay
-------------	---------	--------------	-------	----------------	----------------	------------------	---------	-------------	-------------	------------	---------------

# Capture Wireshark de la BPDU

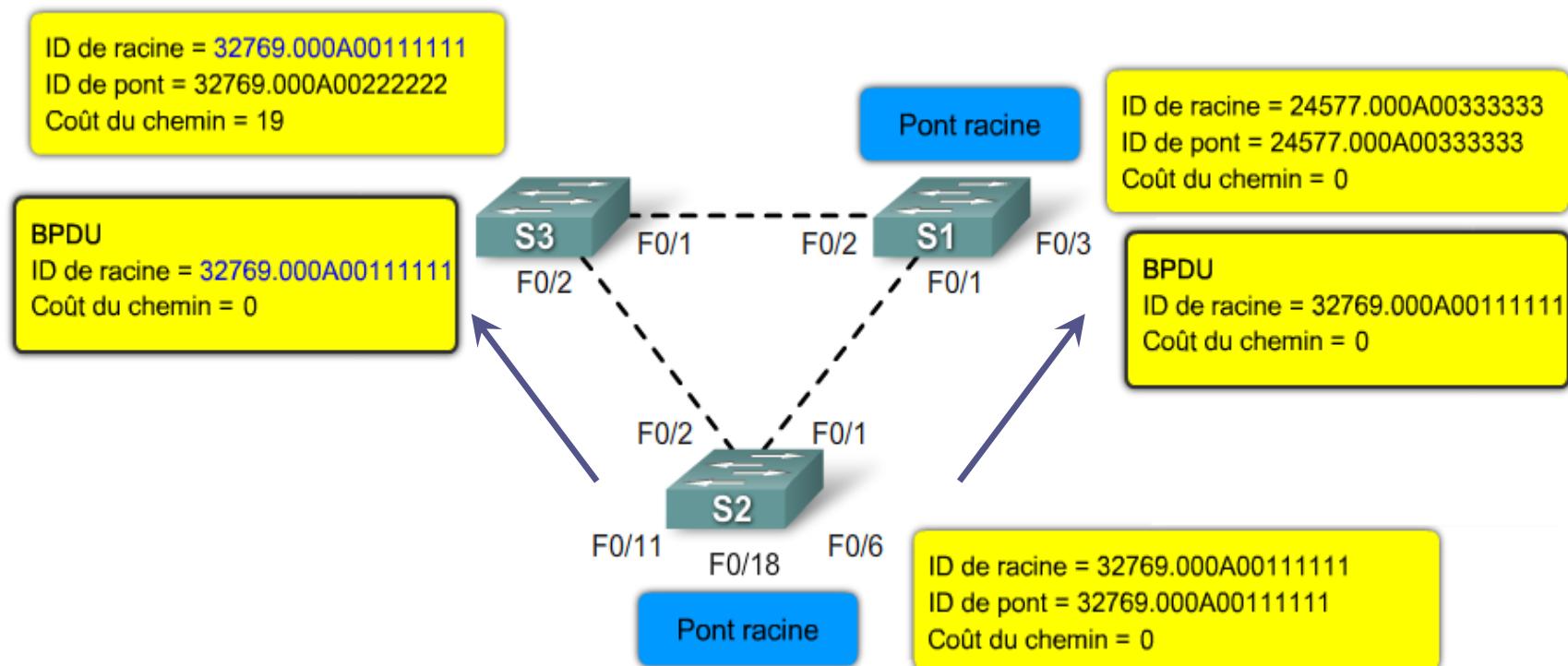
```
+ Frame 1 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)
- IEEE 802.3 Ethernet
  + Destination: Spanning-tree-(for-bridges)_00 (01:80:c2:00:00:00)
  + Source: Cisco_9e:93:03 (00:19:aa:9e:93:03)
    Length: 38
    Trailer: 0000000000000000
- Logical-Link Control
- Spanning Tree Protocol
  Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  Protocol Version Identifier: Spanning Tree (0)
  BPDU Type: Configuration (0x00)
  + BPDU flags: 0x01 (Topology Change)
    Root Identifier: 24577 / 00:19:aa:9e:93:00
    Root Path Cost: 0
    Bridge Identifier: 24577 / 00:19:aa:9e:93:00
    Port identifier: 0x8003
    Message Age: 0
    Max Age: 20
    Hello Time: 2
    Forward Delay: 15
```

# Election du Pont Racine (1)

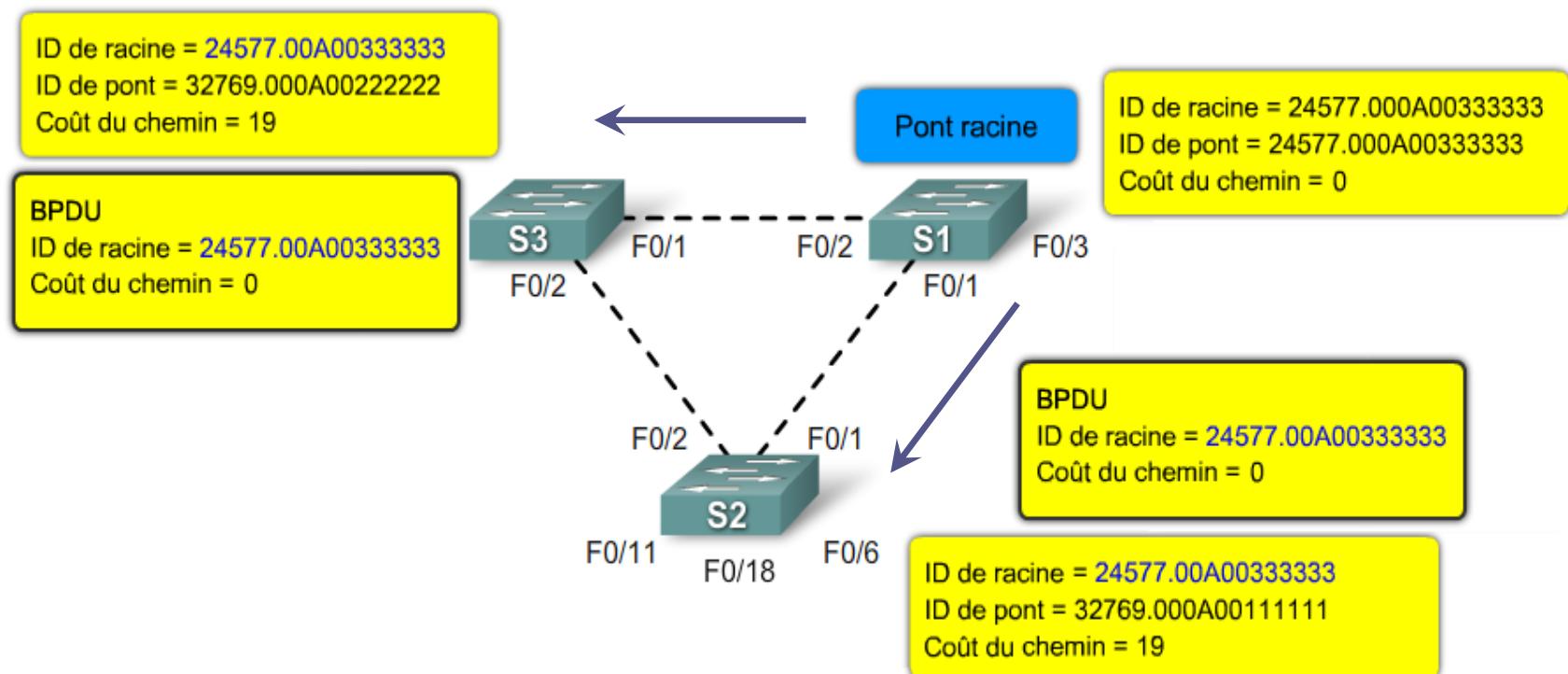
ID de racine = 32769.000A00222222  
ID de pont = 32769.000A00222222  
Coût du chemin = 0



# Election du Pont Racine (2)



# Election du Pont Racine (3)



# Le coût du chemin

- Standardisé par IEEE
- Cumul des coûts de l'ensemble des segments du chemin

Vitesse de liaison	Coût (spécification IEEE révisée)	Coût (spécification IEEE précédente)
10 Gbits/s	2	1
1 Gbits/s	4	1
100 Mbits/s	19	10
10 Mbits/s	100	100

- Modifiable par la commande
  - S1(config-if)#spanning-tree cost 30

# Rôles des ports

- Tous les ports du pont racine sont des ports désignés
- Un et Un Seul port racine par pont non racine :
  - Le plus petit coût (coût cumulatif)
  - Si égalité arbitrage par ID du port

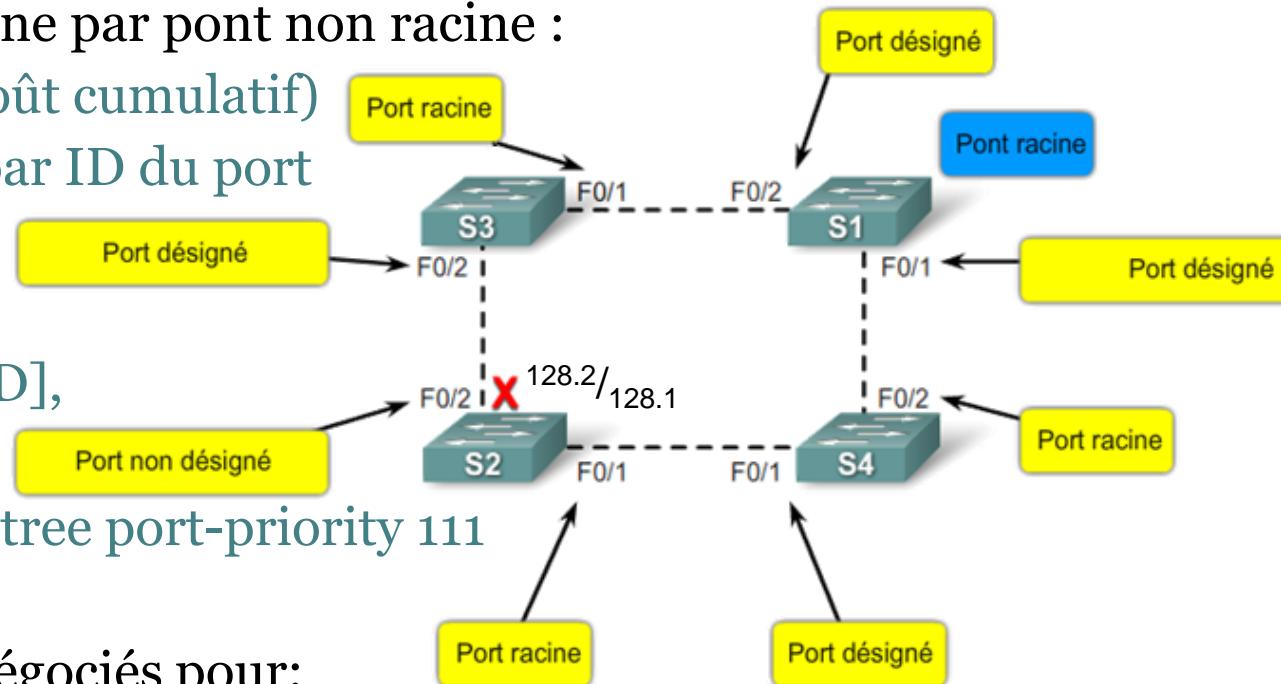
- L'identifiant du port :

- Par défaut 128.[IF-ID],  
▫ configurable :

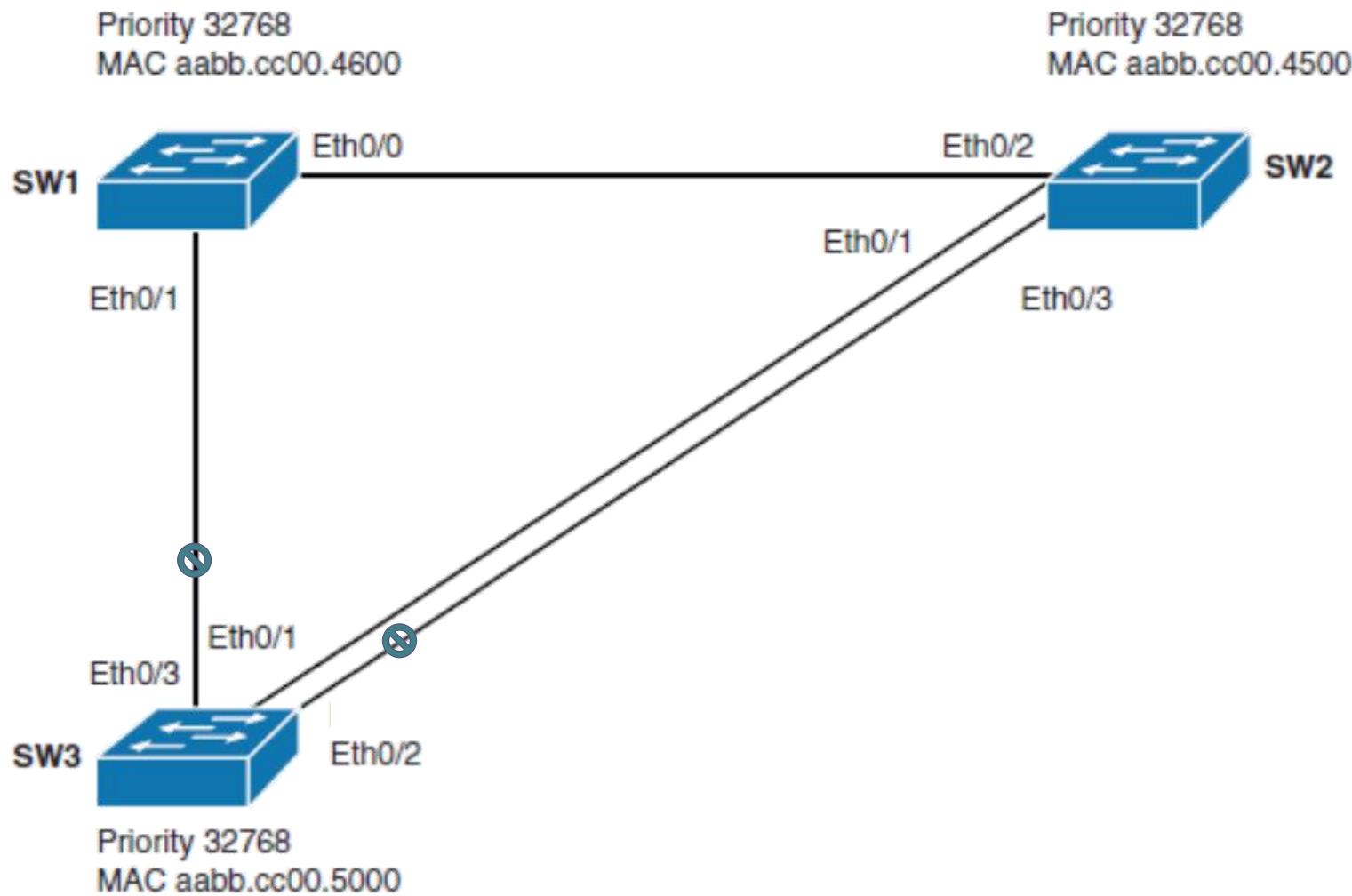
`S1(conf-if)# spanning-tree port-priority 111`

- Les autres ports sont négociés pour:

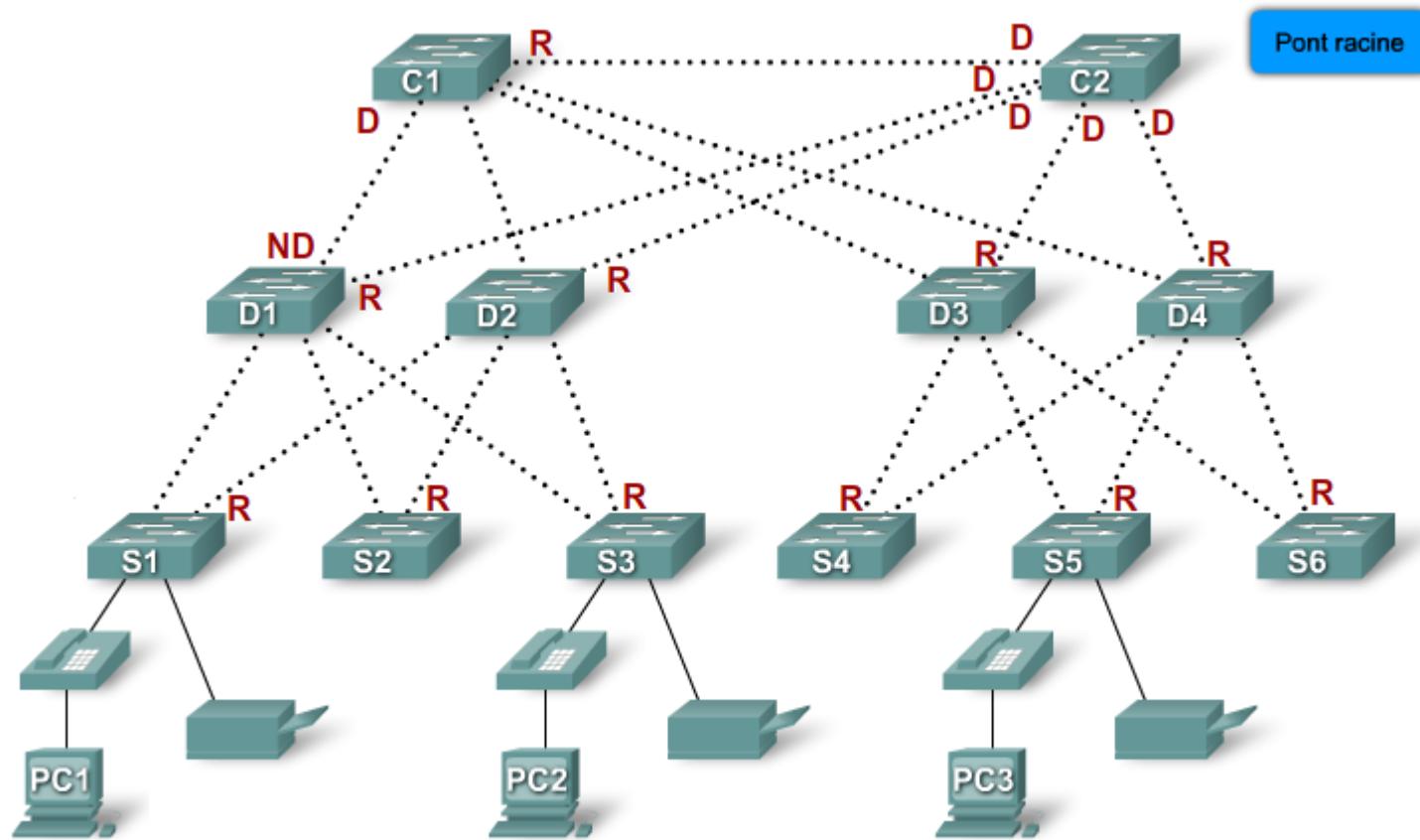
- Désigné
- Non-désigné (le plus petit BID : S3 dans ce cas)



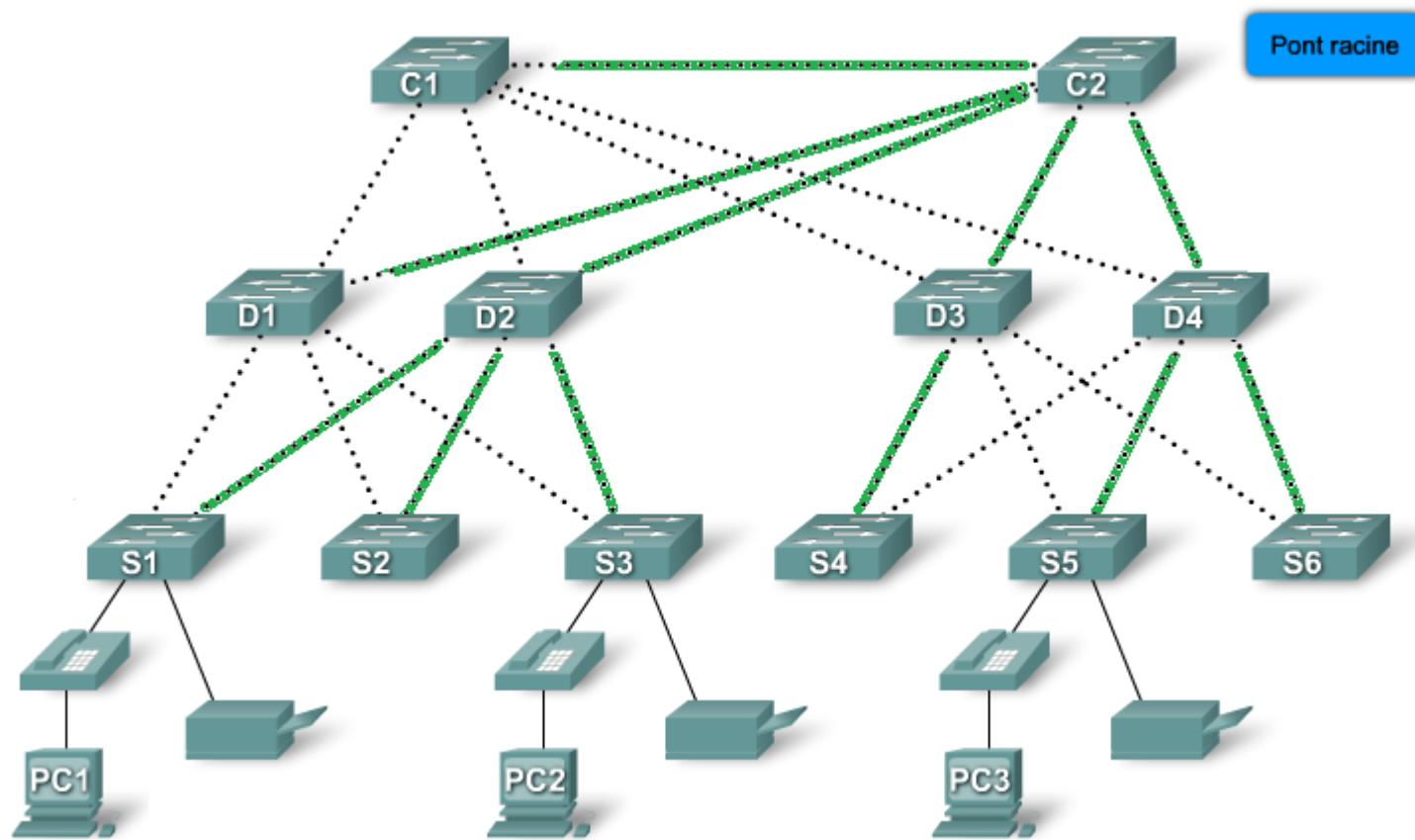
# STP - autre exemple



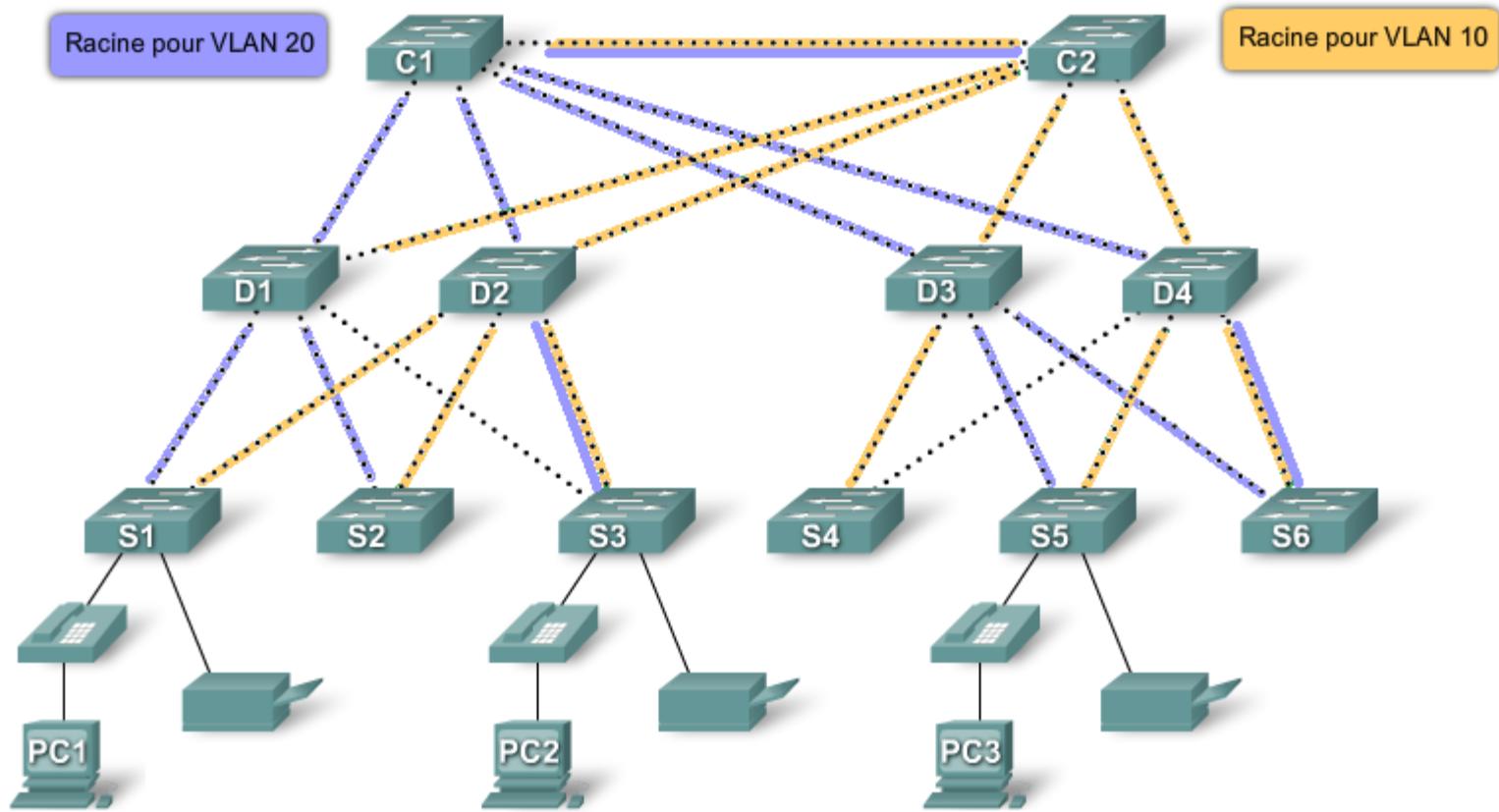
# STP - Architecture hiérarchique



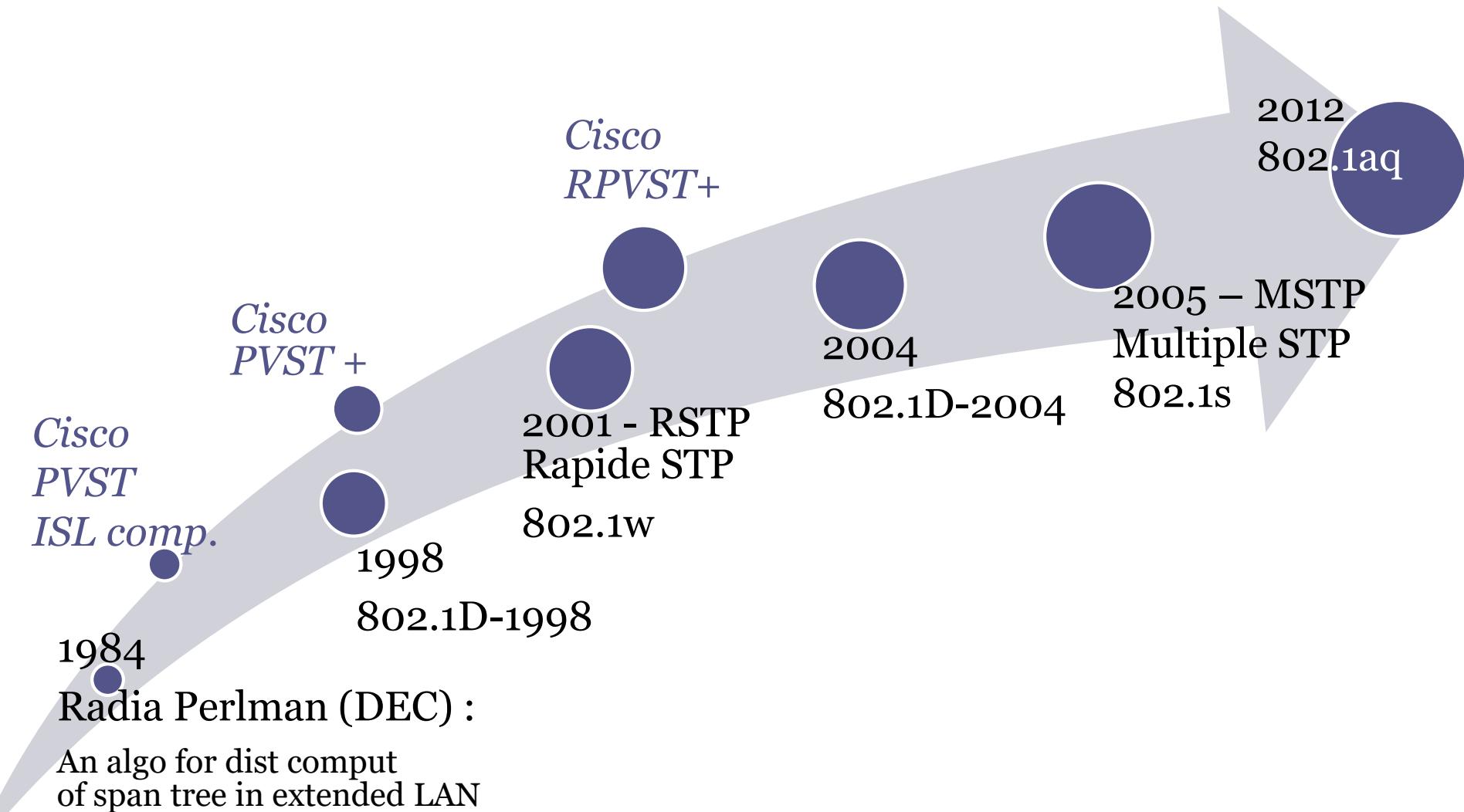
# STP - l'arbre STP



# STP - avec VLANs



# Versions du SPT



# Caractéristiques des versions STP

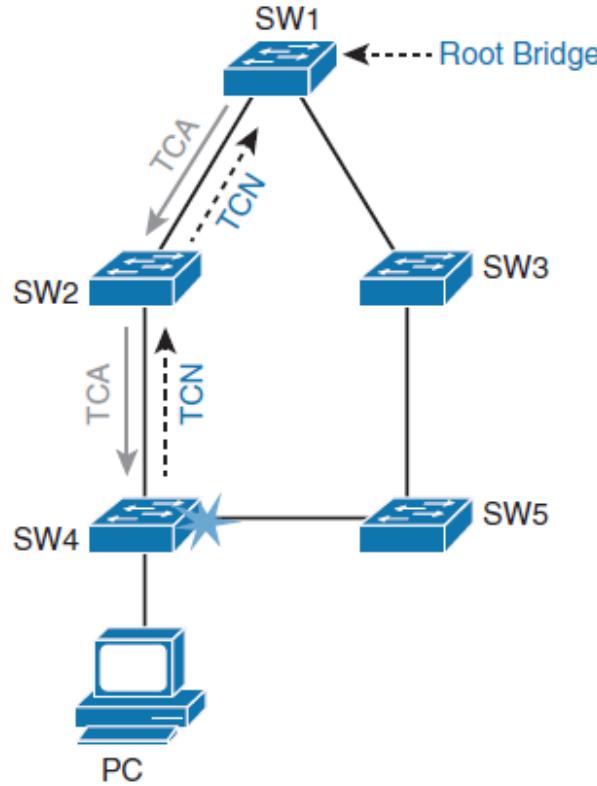
Protocol	Standard	Resources Needed	Convergence	Tree Calculation
STP	802.1D	Low	Slow	All VLANs
PVST+	Cisco	High	Slow	Per VLAN
RSTP	802.1w	Medium	Fast	All VLANs
Rapid PVST+	Cisco	Very high	Fast	Per VLAN
MSTP	802.1s Cisco	Medium or high	Fast	Per Instance

- Lorsque le nombre de VLAN est important, le nombre d'instance PVST+/RPVST+ devient très important : (plus de BPDU et plus de consommation de ressources)
- MSTP réalise un calcul par instance STP (groupe de VLAN). En général 2 ou 3 instances dans une topologie

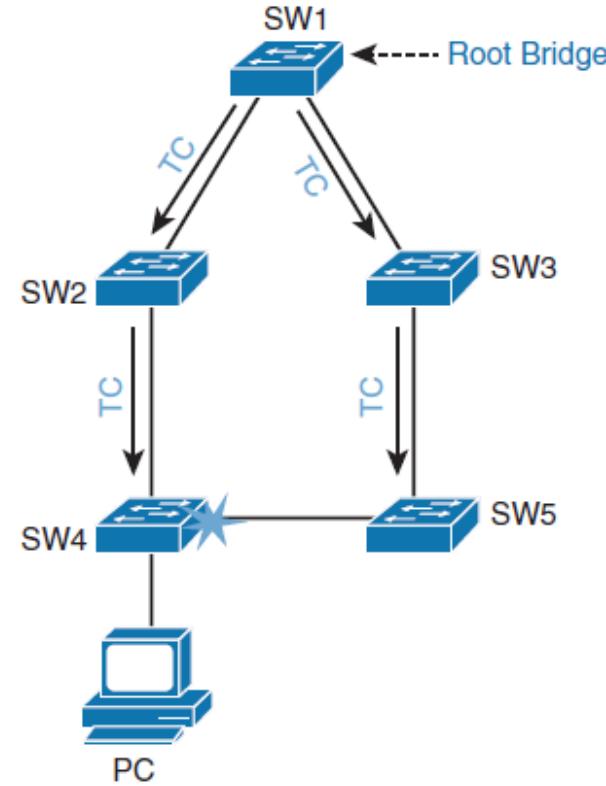
# STP - changement de topologie

Topology change = switchport changes state to Forwarding or Blocking.

Switch announce topology change to the root bridge.



Root bridge signals the topology change to other switches.



# STP - Port State

STP Port State	Receive BPDU	Send BPDU	Learn MAC Addresses	Receive Data	Send Data	Duration of State
Blocking	✓	X	X	X	X	Undefined (if there is a loop)
Listening	✓	✓	X	X	X	Forward delay (15 seconds)
Learning	✓	✓	✓	X	X	Forward delay (15 seconds)
Forwarding	✓	✓	✓	✓	✓	Undefined (as long as there is a loop)
Disabled	X	X	X	X	X	Until administrator enables it

# Rapide STP - RSTP - 802.1w

- Au lieu des ports non-désigné, RSTP utilise les statuts Alternate et Backup qui sont discard (not blocking): élection immédiate
- Elimine le statut listening : 15 secondes de moins
- La notification TC est envoyée directement en multicast
- Ignore plusieurs cas de topologie change (downstream)

STP Port Role	STP Port State	RSTP Port Role	RSTP Port State
Root port	Forwarding	Root port	Forwarding
Designated port	Forwarding	Designated port	Forwarding
Nondesignated port	Blocking	Alternative or backup port	Discarding
Disabled	—	Disabled	Discarding
In transition	Listening Learning	In transition	Learning

# Technologie PortFast (Cisco)

