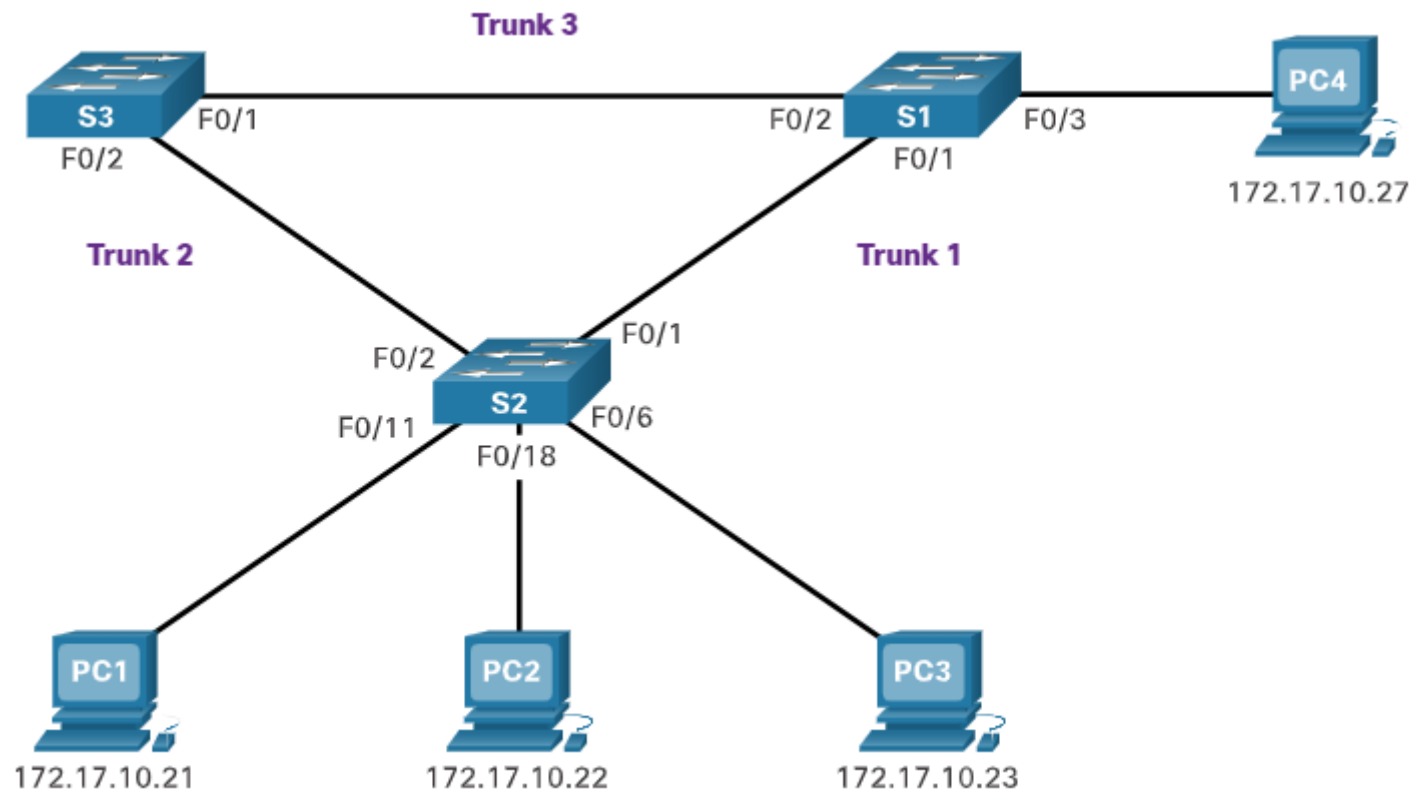


## Chapitre 4 : Concept du STP



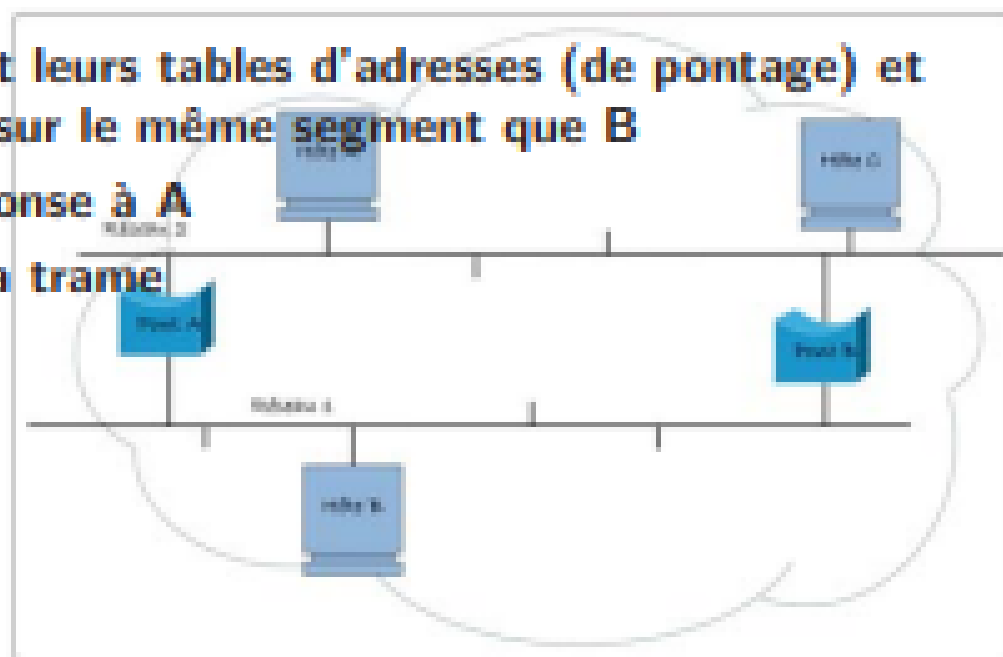
## Routage et commutation

# Boucles de couche 2



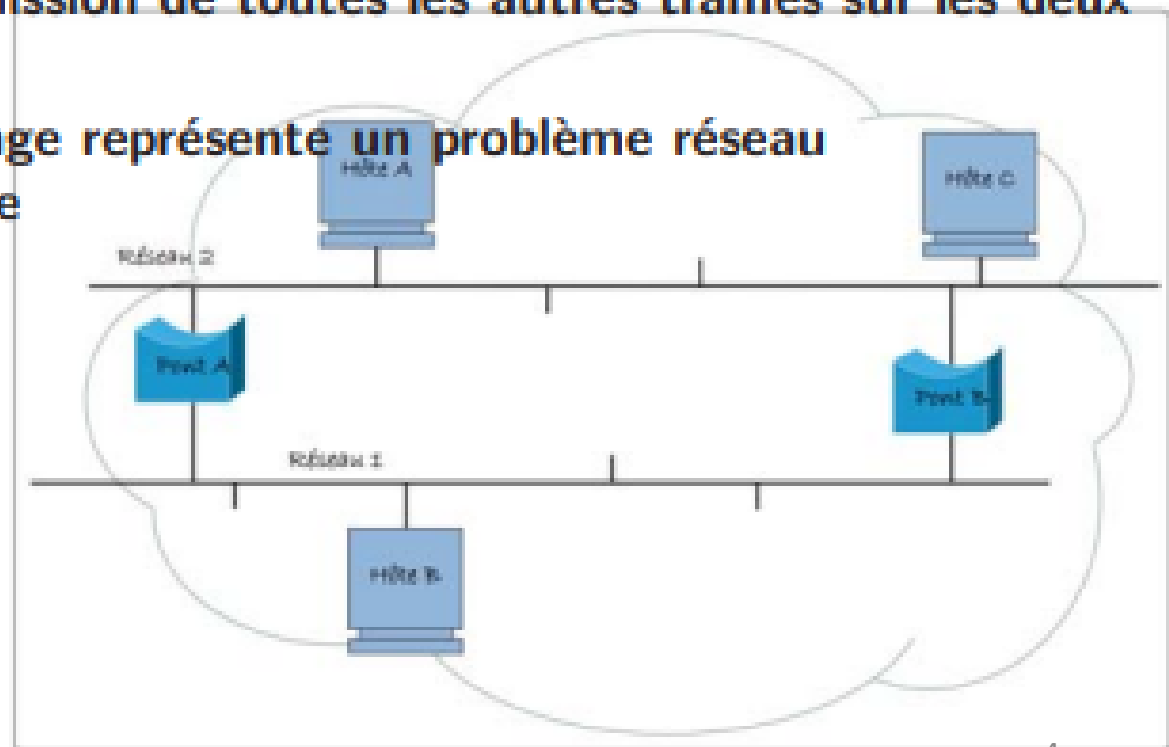
## Les boucles de pontage (1)

- L'hôte A envoie une trame à l'hôte B ; les deux ponts (A et B) reçoivent la trame
- Chaque pont transmet la trame sur le réseau 1 ; l'hôte B recevra deux copies de la même trame (une trame arrivant du pont A et une deuxième du pont B)
- Les deux ponts modifient leurs tables d'adresses (de pontage) et croient que A se trouve sur le même segment que B
- L'hôte B envoie une réponse à A
- Les deux ponts filtrent la trame



## Les boucles de pontage (2)

- L'hôte A envoie une trame en broadcast sur le réseau 2
- Chaque pont transmet la trame en broadcast sans arrêt ; toute la bande passante disponible est consommée
- Blocage de la transmission de toutes les autres trames sur les deux segments
- Les boucles de pontage représente un problème réseau potentiellement grave



# Le protocole Spanning-Tree (1)

- Le protocole Spanning-Tree (Spanning-Tree Protocol - STP) permet de palier au problème des boucles de pontage
- Les états d'un port d'un équipement de pontage :
  - Un état de blocage (blocking) : l'interface ne peut ni envoyer ni recevoir des trames de données
  - Un état de transmission (transmitting) : l'interface peut émettre et recevoir des trames de données
- Le protocole Spanning-Tree place chaque port d'un équipement de pontage dans un état de blocage ou de transmission dans le but de former un arbre recouvrant en supprimant les boucles
- L'arbre recouvrant définit un chemin unique vers chaque nœud à un moment donné
- L'arbre recouvrant inclut uniquement les ports qui se trouvent dans un état de transmission

## Le protocole Spanning-Tree (2)

- Le protocole Spanning-Tree élit un pont racine (root bridge) ; tous les ports du pont racine sont placés dans un état de transmission
- Chaque pont non racine désigne un de ses ports comme ayant le plus faible coût pour atteindre le pont racine (port racine - root port) ; le port racine est placé dans un état de transmission
- Plusieurs ponts peuvent être rattachés à un même segment auquel cas il faut désigner un pont pour recevoir et remettre le trafic au segment
  - Les ponts annoncent au moyen de messages BPDU (Bridge Protocol Data Unit) leurs coûts administratifs pour atteindre le pont racine
  - Le pont ayant le coût administratif le plus faible sur le segment est dit pont désigné (designated bridge)
  - Le port permettant d'atteindre le pont racine avec le coût le plus faible est dit port désigné (designated port) ; les autres ports sont placés dans un état de blocage

## Le protocole Spanning-Tree (3) : élection du pont racine et découverte des ports racine et désignés

- Les ponts s'échangent des informations à travers des messages BPDU
- Lors du processus d'élection du pont racine, chaque pont commence par revendiquer ce rôle au moyen d'une BPDU HELLO
- Une BPDU HELLO contient les informations suivantes
  - L'identifiant du port racine
  - Une priorité définie administrativement
  - Le coût pour atteindre le pont racine (initialement cette valeur est égale à 0 : coût du pont pour s'atteindre lui même)
  - L'identifiant du pont qui envoie la BPDU
- Le pont doté de la priorité la plus faible est désigné comme étant le pont racine
- Le pont ayant l'identifiant le plus faible est élu en cas d'égalité de priorités

## Le protocole Spanning-Tree (4) : élection du pont racine et découverte des ports racine et désignés

- Le processus d'élection du pont racine n'est pas sans ressemblance avec une campagne politique
  - Les ponts commencent par revendiquer le rôle de pont racine (BPDU HELLO)
  - Le pont ayant découvert qu'il existe un meilleur candidat, ne s'annonce plus et commence à transmettre les message HELLO émis par le meilleur candidat



## Le protocole Spanning-Tree (5) : coût par défaut des ports Ethernet selon l'IEEE

Vitesse d'Ethernet	Coût initial	Coût révisé
10 Mbps	100	100
100 Mbps	10	19
1 Gbps	1	4
10 Gbps	1	2

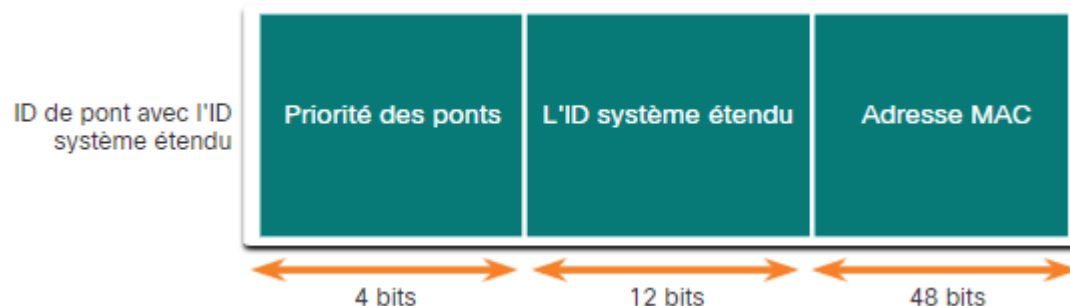
- Les coûts des ports Ethernet ont été révisés depuis leur définition au début des années 80
- La révision permet de s'adapter aux évolutions récentes d'Ethernet

# Étapes vers une topologie sans boucle (1)

- À l'aide de l'algorithme spanning tree (STA), le protocole STP crée une topologie sans boucle en quatre étapes:
  1. Choisir le pont racine
  2. Choisir les ports racine.
  3. Choisir les ports désignés.
  4. Choisir des ports alternatifs (bloqués).
- Pendant le fonctionnement de STA et de STP, les commutateurs utilisent des BPDU (Bridge Protocol Data Units) pour partager des informations sur eux-mêmes et sur leurs connexions.
- Les BPDU permettent de choisir le pont racine, les ports racine, les ports désignés et les ports alternatifs.
- Chaque trame BPDU contient un ID de pont (bridge ID) qui identifie le commutateur ayant envoyé la trame BPDU.
- ➔ Le BID participe à la prise de nombreuses décisions STA, y compris les rôles de pont racine et de port. Comme illustré dans la figure , l'ID de pont (BID) contient une valeur de priorité, l'adresse MAC du commutateur et un ID système étendu. La valeur d'ID de pont la plus basse est déterminée par une combinaison de ces trois champs.

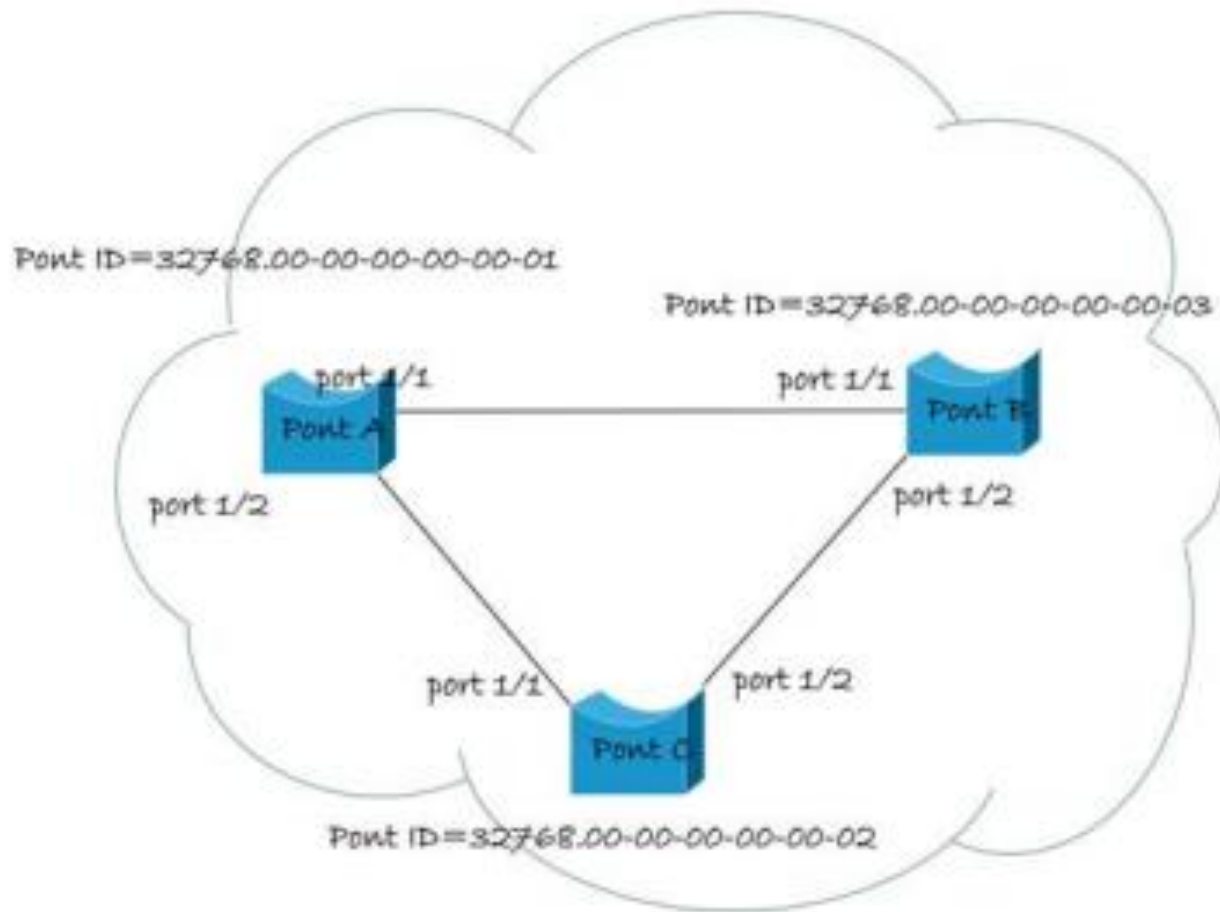
# Étapes vers une topologie sans boucle (2)

- Le figure montre trois zones, chacune représente un composant de l'ID de pont.
- l'ID de pont (BID) contient une valeur de priorité, l'adresse MAC du commutateur et un ID système étendu. La valeur d'ID de pont la plus basse est déterminée par une combinaison de ces trois champs.

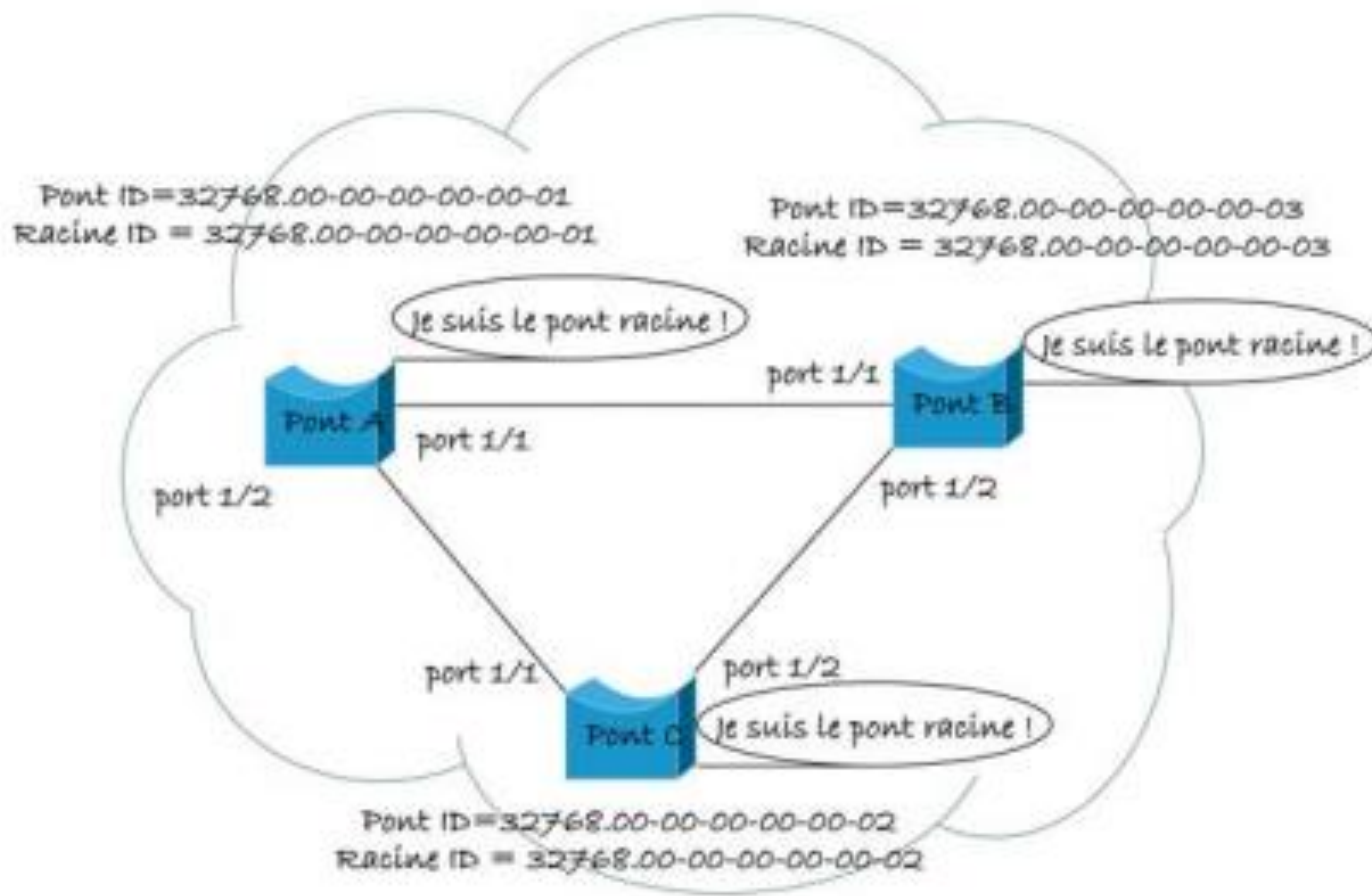


- La valeur de priorité par défaut pour tous les commutateurs Cisco est la valeur décimale 32768. La plage va de 0 à 61440 par incrément de 4096.
- Une priorité de pont inférieure est préférable.

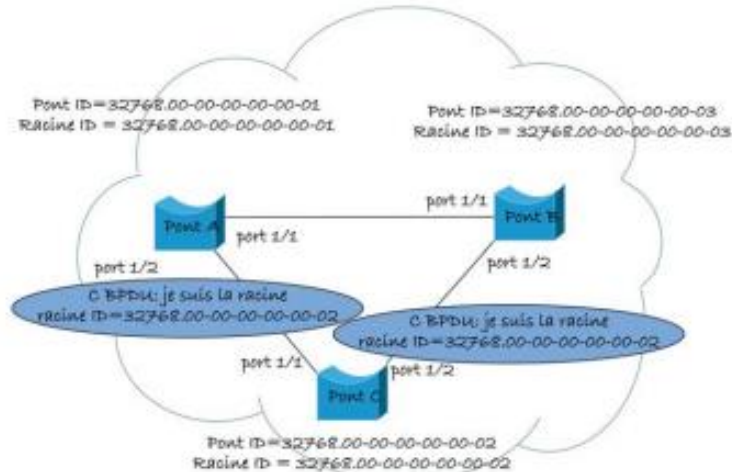
## Le protocole Spanning-Tree (6) : un exemple



## Le protocole Spanning-Tree (7) : un exemple

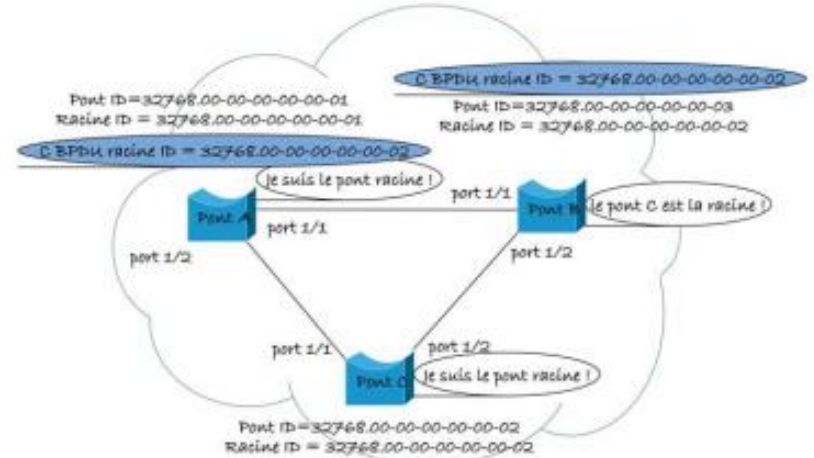


## Le protocole Spanning-Tree (8) : un exemple



99

## Le protocole Spanning-Tree (9) : un exemple



100

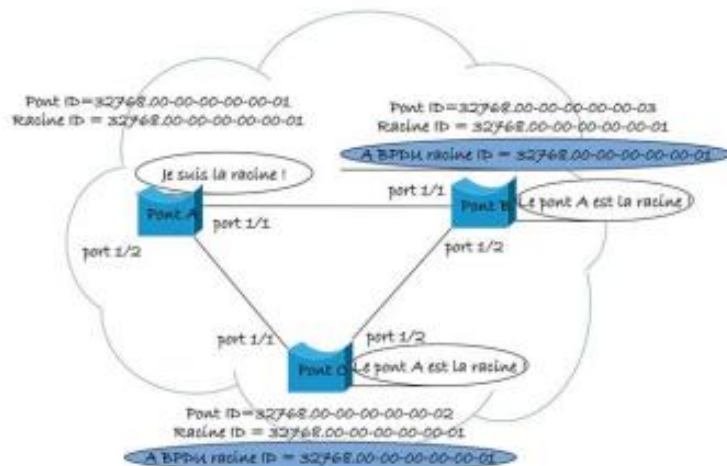
Introduction  
Le pontage  
La commutation  
Les réseaux locaux virtuels

Le pontage transparent  
Le pontage à routage par la source  
Le pontage de médias mixtes

Introduction  
Le pontage  
La commutation  
Les réseaux locaux virtuels

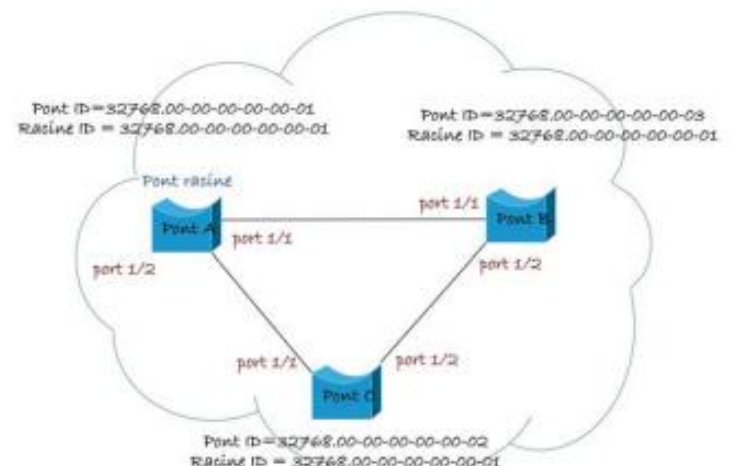
Le pontage transparent  
Le pontage à routage par la source  
Le pontage de médias mixtes

## Le protocole Spanning-Tree (10) : un exemple



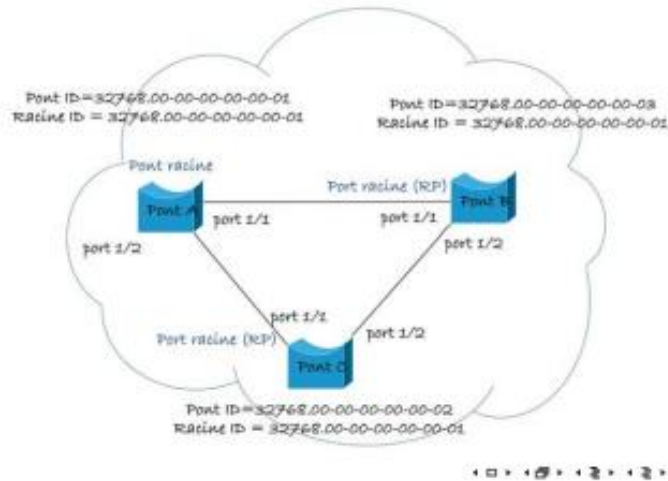
99

## Le protocole Spanning-Tree (11) : un exemple



99

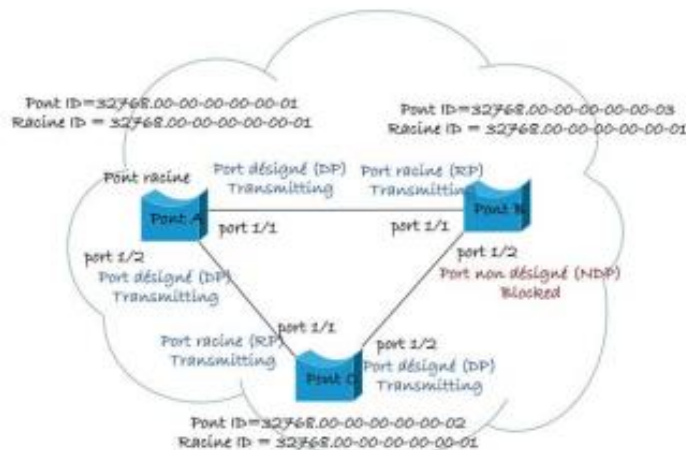
## Le protocole Spanning-Tree (12) : un exemple



Introduction  
Le pontage  
La communication  
Les réseaux locaux virtuels

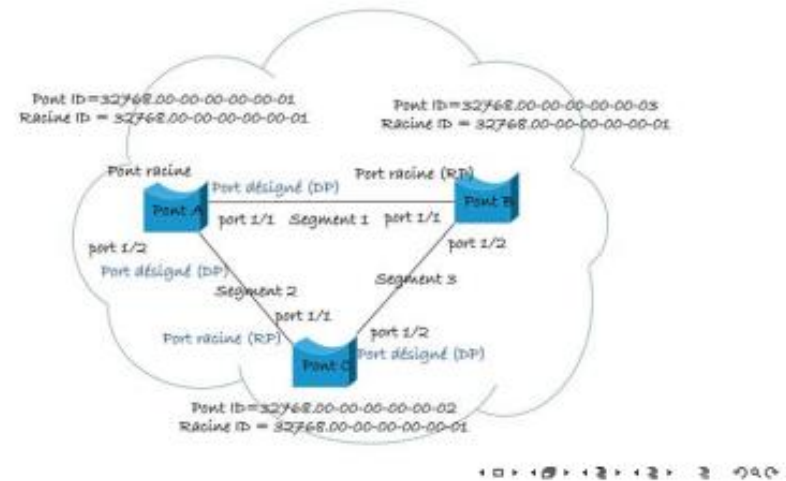
Le pontage transparent  
Le pontage à routage par la source  
Le pontage de médias mixtes

## Le protocole Spanning-Tree (14) : un exemple



11/11

## Le protocole Spanning-Tree (13) : un exemple



Introduction  
Le pontage  
La communication  
Les réseaux locaux virtuels

Le pontage transparent  
Le pontage à routage par la source  
Le pontage de médias mixtes

## Le protocole Spanning-Tree (15) - Bridge Protocol Data Unit

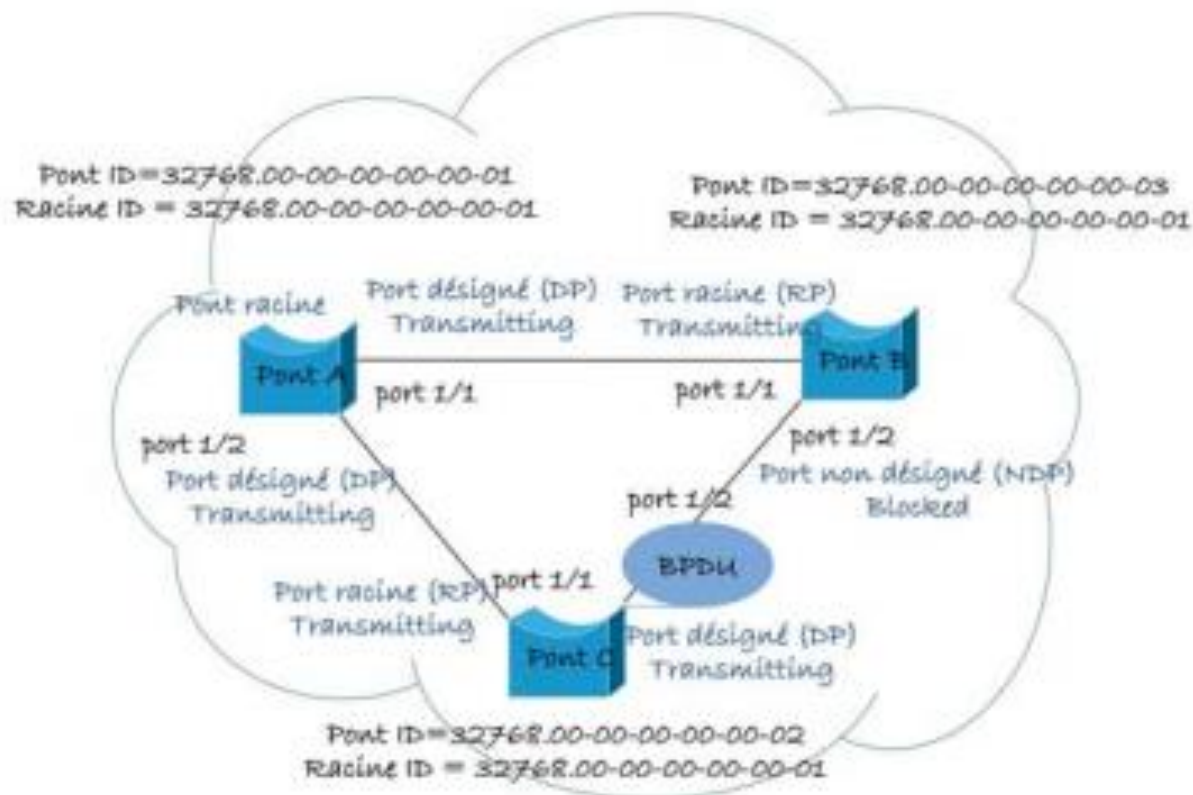
- Le calcul de l'arbre a lieu au démarrage du pont et chaque fois qu'est détectée une modification de la topologie
- La communication entre les ponts de l'arbre est réalisée via des messages de configuration (BPDU)
- Un message BPDU contient :
  - L'identifiant du pont supposé être la racine de l'arbre (identificateur racine)
  - La distance entre le pont expéditeur et le pont racine (coût du chemin racine)
  - L'identificateur de pont et de port du pont expéditeur
  - L'âge des informations

## Le protocole Spanning-Tree (16) - Bridge Protocol Data Unit

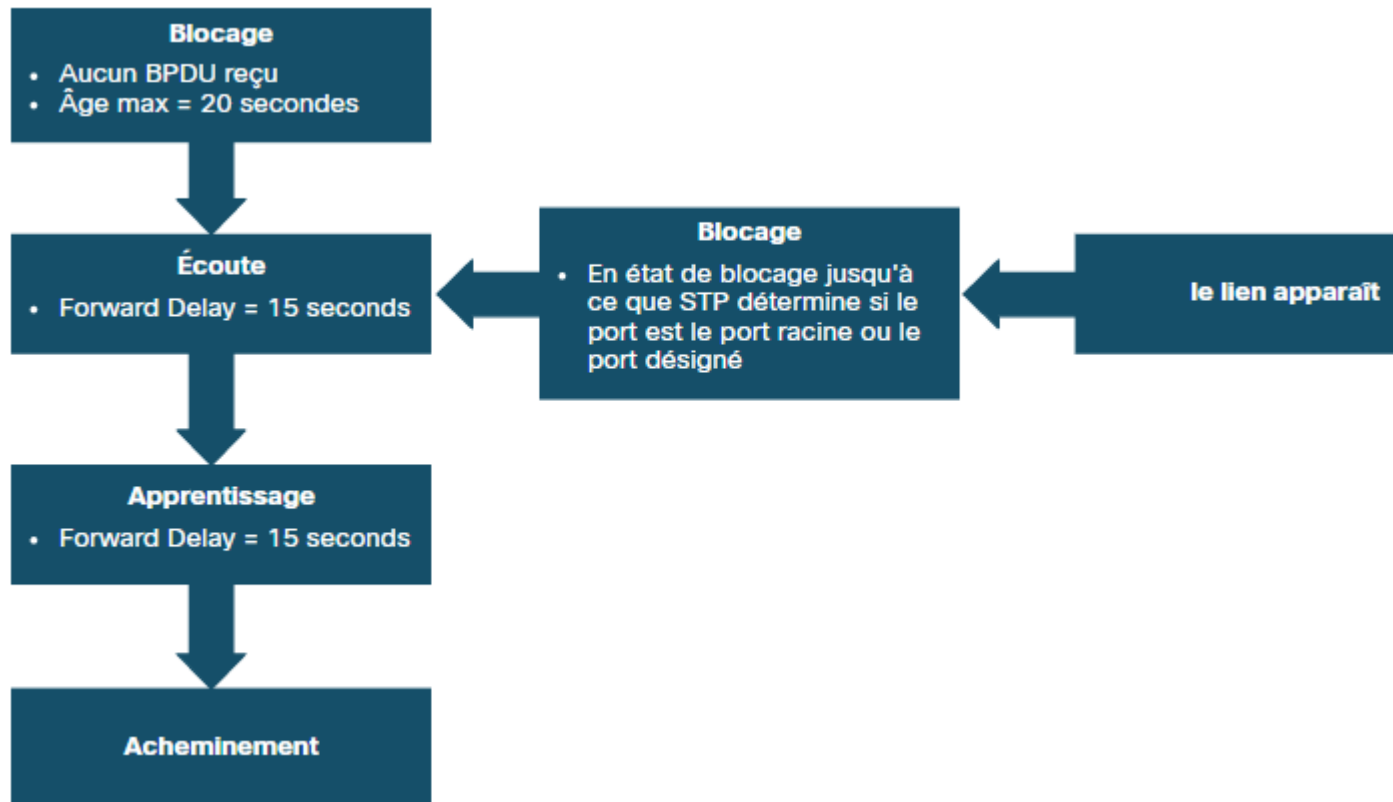
- Les messages de configuration sont échangés à des intervalles réguliers (entre 1 et 4 secondes)
- La non réception d'un message de configuration de la part d'un voisin par un pont initie un nouveau calcul de l'arbre de recouvrement
- Les types de messages échangés par les ponts :
  - Les messages de configuration sont échangés pour établir une topologie réseau
  - Les messages de modification de la topologie sont envoyés pour indiquer un changement de la topologie et la nécessité de recalculer l'arbre de recouvrement



## Le protocole Spanning-Tree (17) - Bridge Protocol Data Unit



# STP et états des ports



# STP et états des ports

les détails de chaque état de port qui sont présentés dans le tableau.

État du port	Description
Blocage	Le port est un port alternatif qui ne participe pas à la transmission de trames. Le port reçoit des trames BPDU pour déterminer l'emplacement et l'ID racine du pont racine. Les trames BPDU déterminent également les rôles de port de chaque port de commutateur doit assumer dans la topologie STP active finale. Grâce au minuteur Max age de 20 secondes, un port de commutateur qui n'a pas reçu un BPDU attendu d'un commutateur voisin passera à l'état de blocage.
Écoute	Après l'état de blocage, un port passe à l'état d'écoute. Le port reçoit des BPDU pour déterminer le chemin d'accès à la racine. Le port de commutateur transmet également ses propres trames BPDU et informe les commutateurs adjacents que le port du commutateur se prépare à participer à la topologie active.
Apprentissage	Un port de commutateur passe à l'état d'apprentissage après l'état d'écoute. Pendant l'état d'apprentissage, le port du commutateur reçoit et traite les BPDU et se prépare à participer à la transmission de trame. Il commence également à remplir la table d'adresses MAC. Cependant, dans l'état d'apprentissage, les trames d'utilisateur ne sont pas transférées vers la destination.
Acheminement	Dans l'état d'acheminement, un port de commutateur est considéré comme une partie de la topologie. Le port du commutateur transfère le trafic utilisateur et envoie et reçoit les trames BPDU.
Désactivation	Un port de commutateur à l'état Désactivation ne participe pas à l'arbre recouvrant et ne transmet pas les trames. L'état Désactivation est défini lorsque le port de commutateur est administrativement désactivé.

# Spanning Tree par VLAN

- STP peut être configuré pour fonctionner dans un environnement comportant plusieurs VLAN.
- Dans les versions de protocole PVST (Per-VLAN Spanning Tree) de STP, un pont racine est déterminé pour chaque instance Spanning Tree.
- Il est possible de disposer de plusieurs ponts racine distincts pour différents ensembles de réseaux VLAN. STP exploite une instance distincte de STP pour chaque VLAN individuel.
- Si tous les ports de tous les commutateurs sont membres de VLAN 1, il n'y aura qu'une seule instance Spanning Tree.