



Le Switch

Switch

✦ Définition

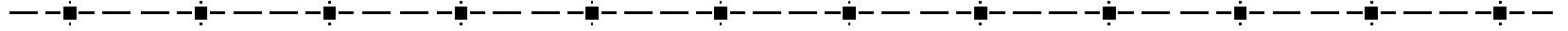
Un *switch* désigne un commutateur réseau, équipement ou appareil qui permet l'interconnexion d'appareils communicants, terminaux, ordinateurs, serveurs, périphériques reliés à un même réseau physique. Contrairement au concentrateur (ou *hub*), il fractionne le réseau en domaines de collision indépendants. Il ne remplace pas un routeur.

✦ Catégorie

- ◆ Switch non-manageable
- ◆ Switch manageable
- ◆ Switch PoE
- ◆ Switch empilable



❖ Equipement permettant un minimum de sécurité au niveau 2



STP

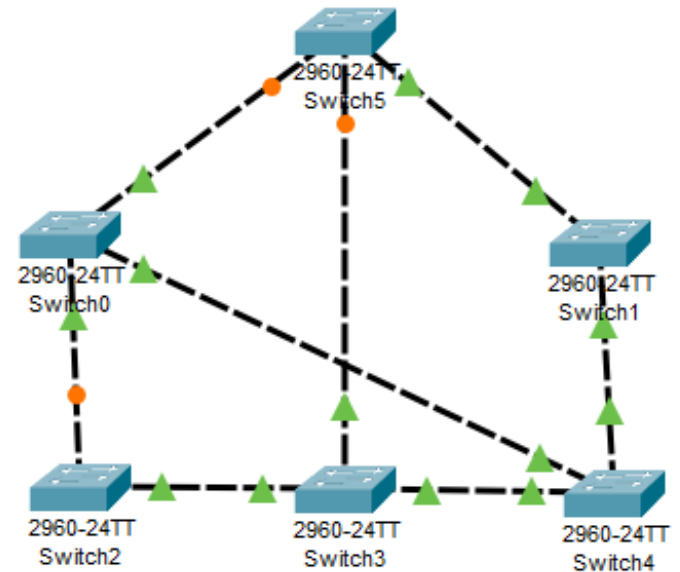
Spanning Tree Protocol

Avantage/Inconvénient

✦ Pourquoi des boucles dans un réseau ?

◆ Augmente la fiabilité avec un lien de secours
-> permet de la redondance

◆ Mais possibilité de **tempête de broadcast** si une boucle existe !!!



STP

✦ STP (Spanning Tree Protocol) – IEEE 802.1D

◆ But :

- Éviter les boucles de commutation
- Garder des liens redondants

◆ Moyen :

- Etablir un arbre unique de chemins
- Envoi de messages entre les switches

BPDU : Bridge Protocol Data Unit

◆ 2 étapes

- Elire un chef (un pont racine)
- Créer un arbre recouvrant

Algorithme STP (1)

✦ Election d'un chef → **root bridge**

- ◆ Basé sur un **numéro unique** (priorité + @MAC)
 - **Le plus petit numéro est élu**

✦ Choix des ports racines (root port):

- ◆ Distance/coût la plus courte entre le commutateur et le pont racine
 - Coût : 10 Mb/s -> 100, 100Mb/s -> 19, 1 Gb/s -> 4, 10 Gb/s -> 2

✦ Choix des ports désignés

- ◆ Pour chaque segment réseau, port qui va le plus rapidement vers le port racine

Algorithme STP (2)

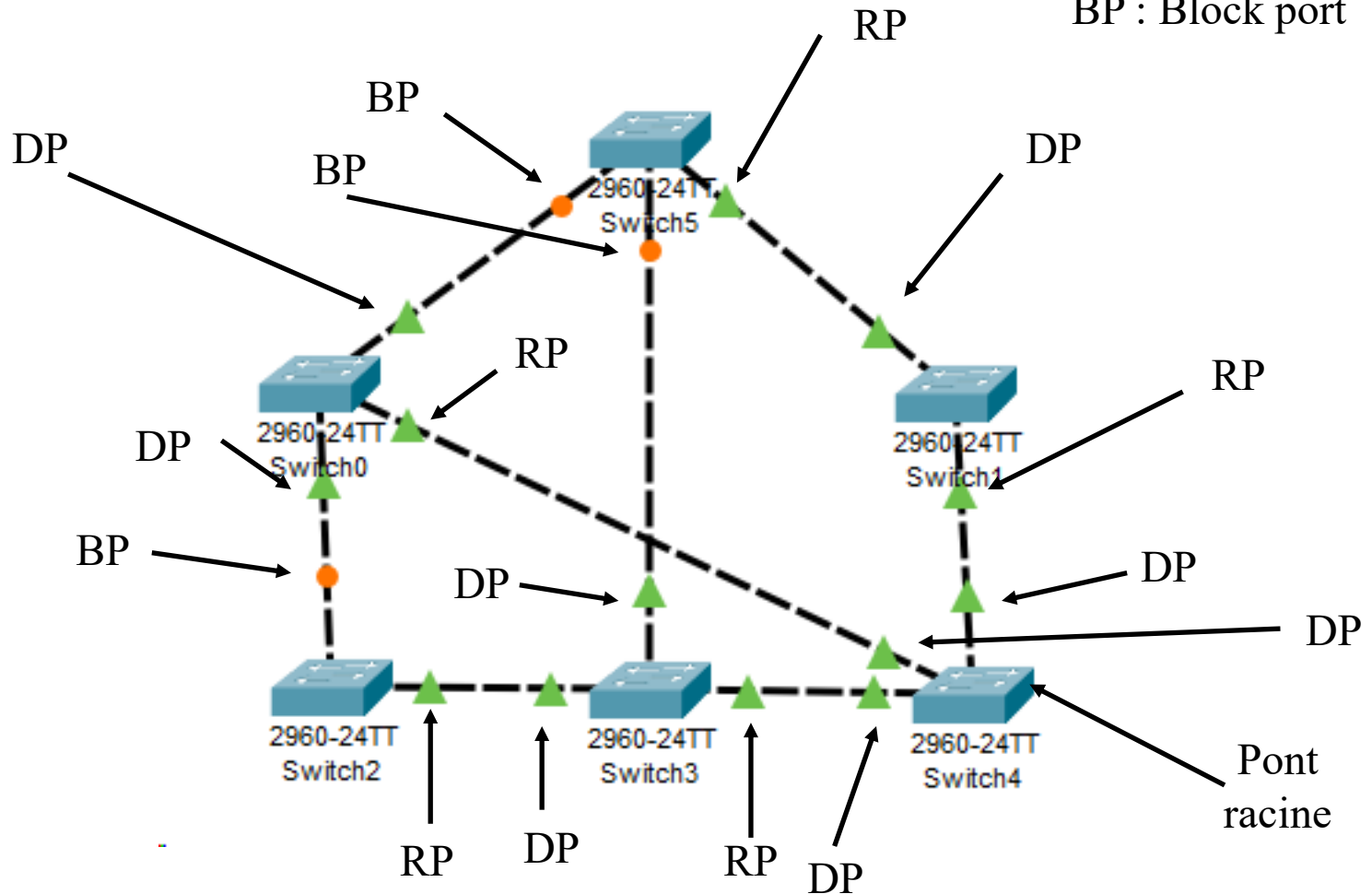
✦ Port bloqué

◆ Tous les autres

RP : root Port

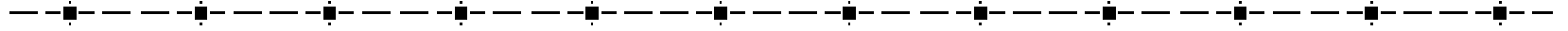
DP : designated Port

BP : Block port



Différents états de STP

- **Blocking** : aucune trame transmise, reçoit BPDU
(état similaire lors du boot -> 20 s)
- **Listening**: aucune trame transmise, fait passer les BPDU (dure 15s), apprend la topologie des voisins
- **Learning** : aucune trame transmise, fait passer les BPDU (dure 15s), élection et nommage des ports
- **Forwarding** : Fait passer les trames, fait passer les BPDU
- **Disabled** : Aucune émission, aucune BPDU



MPLS

Multi-protocol Label Switching

Introduction (1)

✦ Norme IETF : RFC 3031

◆ But :

- Accroître la vitesse de traitement dans les équipements actifs du réseau

Plus d'actualité du fait des progrès dans les routeurs

- Enrichir les services de routage

◆ MPLS se situe entre la couche 2 et 3, souvent traité comme un protocole de couche 2,5, **il combine les concepts de routage IP et les mécanismes de commutation**

- On élimine le concept de routage "next hop", pour avoir un routage global
- Permettre d'avoir un mode connecté à IP en évitant une surcharge au niveau entête

Objectifs

✦ L'aspect "fonctionnalité" est plus important actuellement que l'aspect "performance "

- ◆ Permettre une communication entre un ou plusieurs sites
 - ◆ Flexibilité sur le médium (ATM, SDH, Ethernet, PPP)
 - ◆ Création de VPN (réseau privé virtuel, mais non chiffré), VPLS (Virtual Private LAN Service)
- {
- ◆ Mise en place de Qos avec RSVP-TE
 - ◆ Traffic Engineering (gestion de trafic)
 - Découpage en classe suivant le trafic

Fonctionnement

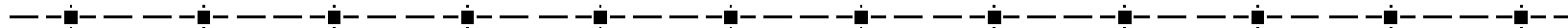
✦ Basé sur le label (étiquette)

- ◆ A chaque paquet entrant sur le réseau MPLS, on lui associe un label → un entier
- ◆ L'acheminement des paquets **est basé sur l'analyse du label** et non plus sur l'analyse de l'adresse IP
- ◆ MPLS utilise **une technique de commutation**
 - Chaque équipement MPLS (LSR : Label Switch Router) possède une table de commutation → échange de label entre l'entrée et la sortie

Principe (1)

-
- ✦ A l'entrée du réseau MPLS, équipement actif : E-LSR : Edge Label Switch Router (ou LER)
 - ✦ Décide de l'affectation d'un label à un paquet
 - Dépend des groupes ou des classes de flux FEC (Forwarding Equivalence Classes)
 - **Ingress node** labellise le paquet, **egress node** enlève le label
 - ✦ Tous les paquets d'une même FEC sont traités de la même manière (ils suivent le même chemin, LSP : Label Switch Path)
 - ✦ Le label est ajouté :
 - Entre la couche 2 et la couche 3 (environnement paquet)
 - Dans le champ VPI/VCI (identificateur de chemin virtuel/identificateur de canal virtuel pour ATM)

Label



ATM

VPI/VCI

Données

Frame Relay

DLCI

Données

SHIM (4 octets)

Ethernet



Label : 20 bits :

ethertype : 0x8847

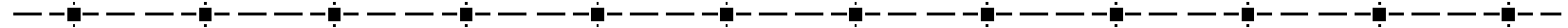
Cos : 3 bits : Class of service

S : 1 bit : empilement de label

TTL : 8 bits : Time To Live (identique au rôle en IP)

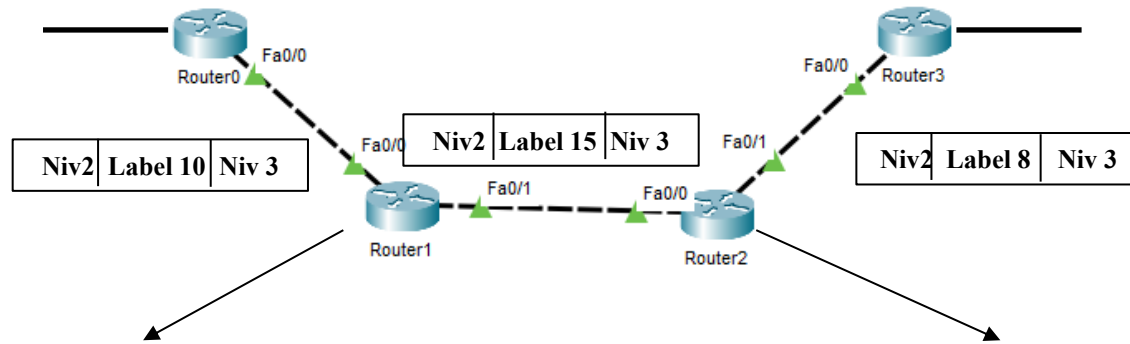
On ne regarde que le label et le TTL pour faire transiter le paquet

Principe (2)



Destination	Label Out	FastEthernet Out
195.10.5.0	10	Fa 0/0

FastEthernet IN	Label In	Label Out	FastEthernet Out
Fa 0/0	8	/	/



FastEthernet IN	Label In	Label Out	FastEthernet Out
Fa 0/0	10	15	Fa 0/1

FastEthernet IN	Label In	Label Out	FastEthernet Out
Fa 0/0	15	8	Fa 0/1

FEC

✦ FEC

- ✦ Est la représentation d'un groupe de paquets qui ont en commun les mêmes besoins quant à leur transport
 - ✦ Sont basés sur les besoins en termes de service pour certains groupes de paquets, et plus généralement sur le même préfixe IP pour la destination
- ✦ **A chaque paquet est associé une et une seule FEC à son entrée dans MPLS**
- ✦ Les FEC sont partagés par tous les routeurs LSR du réseau, via le protocole LDP

Routage hiérarchique ou tunneling (1)

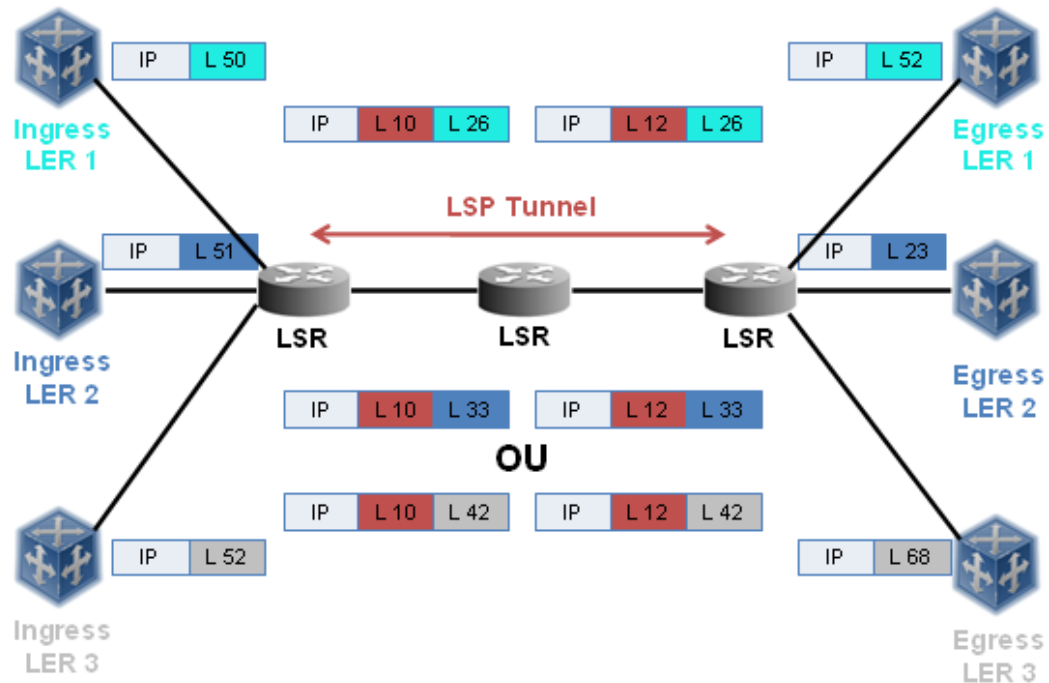
✦ Utilisation du bit S de l'entête

- ✦ Création de réseau virtuel à l'intérieur de MPLS (mise en place de tunnel)
- ✦ Un LSR peut faire 3 actions :
 - Replace : échange d'un label contre un autre label
 - Replace and push : modification d'un label et empilement d'un nouveau label (création du tunnel)
 - Pop : dépilement du premier label

Sauf ordre contraire, MPLS ne traite que le label supérieur

Permet l'agrégation de plusieurs flux

Routage hiérarchique ou tunneling (2)



- 3 LSPs dans un seul backbone, tunneling
 - Chaque label n'est que local

Conclusion MPLS

- ✦ Permet les Réseaux privés virtuels
- ✦ Gestion centralisée et simplifiée du réseau
- ✦ Mise en place de COS (Class Of Service)
- ✦ Très utilisé pour communiquer d'un site vers un autre site

MAIS

- ✦ Rigidité des communications (pas toujours simple de rajouter un chemin)
- ✦ Très cher -> passe par un opérateur
- ✦ Dépendance totale par rapport à l'opérateur
- ✦ De plus en plus utilisation du cloud, donc MPLS devient obsolète.

SD-WAN (1)

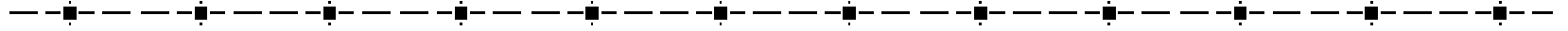
✦ Software-Defined Wide Area Network

- ✦ Remplace le MPLS, car moins cher et plus évolutif
- ✦ Utilisation d'un accès internet (choix entre différents opérateurs) -> diminution des coûts
- ✦ Peut être utilisé sur différents supports (fibre, 4G, 5G,...)
- ✦ Optimisation logicielle pour contrôler l'exploitation du réseau
 - Différents équipements
 - ◆ Boitier Client SD-WAN (permet étiqueter les paquets)
 - ◆ Aussi appelé CPE (Customer Provider Edge)
 - ◆ Contrôleur SD-WAN
 - ◆ Interface avec l'utilisateur
 - ◆ Envoie les infos aux Client SD-WAN

SD-WAN (2)

-
- ◆ En général, fourni et géré depuis le cloud
 - ◆ Très orienté pour la communication entre cloud (cf applications multi-cloud)
 - ◆ Chaque liaison SD-WAN peut être sécurisée.
 - ◆ Pas de normes précises.... Géré par le fournisseur

 - ◆ Réseaux hybrides : SD-Wan + MPLS
 - SD-WAN intègre MPLS dans ses choix possibles, en plus des liaisons internet.



Protocole de niveau 2
Non filaire
Généralité et exemples

Généralités

But : Communiquer avec différents systèmes sans utiliser de liaison filaire

Plusieurs normes concurrentes :

- IrDA,
- liaison hertzienne, GSM, GPRS, UMTS, LTE , 5G ...
- 802.11, 802.15, 802.16,...

Chaque norme correspond à une application bien spécifique.

WLAN : Wireless Local Area Network *a été défini par*

WECA : Wireless Ethernet Compatibility Alliance

(3com, Apple, Compaq, Dell, Lucent Technologies, Nokia,)

Fréquences

Bande ISM : Industriel, Scientifique et Médical

VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF	IR
-----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	----

9 kHz 30 kHz 300 kHz 3 MHz 30 MHz 300 MHz 3 GHz 30 GHz 300 GHz THz

VLF : Very Low Frequencies -> navigation maritime, sonar

LF : Low Frequencies -> aéronautique, radio grandes ondes

MF : Medium Frequencies -> 500Khz et 2182 Khz = S.O.S, entre 535 et 1705 khz= Radio OM

HF : High Frequencies -> **6,7 Mhz=ISM**, radio-diffusion sur onde courte

VHF : Very High frequencies ->entre 174 à 223 Mhz=radio numérique,
entre 88 et 108 Mhz=radio FM, communication satellite LEO, trafic aérien

UHF : Ultra High Frequencies -> entre 470 et 694 Mhz=télé, entre 700 et 900 Mhz=téléphonie,
trafic aérien, 1600 Mhz=GPS, communication satellite LEO et MEO,
2400 Mhz = micro-onde

SHF : Super High Frequencies-> **entre 5 et 5,7 Ghz = ISM**, communication satellite

EHF : Extremely High Frequencies -> recherche spatiale

Généralités (1)

Objets communicants:

- Vers 1960, Création du port RS232 pour relier **deux** systèmes , un maître, un esclave
- Evolution logique vers le sans-fil, -> **IrDA**
 - **Pb : permet seulement la communication entre deux systèmes**
- Evolution logique vers les ondes radio, -> Bluetooth v1.0 → Bluetooth v5.0

Norme :

802.15.1 : Bluetooth v1.0 **➡** WPAN : Wireless Personal Area Network

802.15.2 : Amélioration de la norme pour l'interopérabilité

802.15.3 : WPAN, haut débit : Augmentation du débit et de la portée
(> 20 Mbps et 10m, BP : 2,4 Ghz)

802.15.4 : WPAN, faible débit pour réseau ZigBee ou 6LowPan
(< 250 kb/s)

Généralités (2)

Norme 802.16 alias Wimax:

- Réseau sans fil à large Bande
- Utilisation de la technologie BWA (Broadband Wireless Access)
- Débit jusqu'à 70Mb/s sur de grandes distances (20 km), BP de 2 à 11 Ghz
- Technique MIMO (Multiple Input/Multiple Output) -> plusieurs antennes en émission et en réception



Consortium WiMax

(Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Définition de la norme 802.16a, b, i,m

But : au départ, relier les villages ne pouvant bénéficier de l'ADSL (Boucle Local Radio), puis 802.16d pour concurrencer Wifi/3G/4G.

La norme 802.16d est considérée comme norme autorisée 4G.

Jusqu'à présent, 2 licences WiMax par région + 1 nationale

- deux choisis par l'ARCEP (auvergne : Maxtel et Bolloré)

- une appartenant à Altitude Telecom (racheté par Iliad (free))

Généralité (3)

✦ Wimax

- ✦ Bollore a racheté de nombreuses régions pour assurer une diffusion sur la France (une licence par région)
- ✦ Quelques offres existèrent → concurrente de l'ADSL ou de la 4G
 - Mais très concurrencé par la fibre, et obsolète par rapport à 5G
- ✦ Débit allant de 2 à 70 Mb/s
 - Tarif environs 40 €/mois (max 10 Go consommation)

✦ Fin Wimax Français

- ✦ → bande passante rendue de 3410 à 3490 Mhz
- ✦ Redistribution en 2026... vers la 5G