

# Présentation

---



## Présentation des commutateurs CISCO Configuration et maintenance

*Ces transparents ont été écrits par Jean Pierre RIOUAL*



# Plan de la présentation

---

## ■ Présentation des commutateurs CISCO



- Aperçu des commutateurs Catalyst
- Système d'exploitation IOS - CatOS
- Description du fonctionnement

## ■ Configuration des VLAN

- Vlan par port
- Tag 802.1Q

## ■ Agrégation de liens

- Notion de Trunk / Channel
- Rapid Spanning Tree Protocol

## ■ Routage Inter-VLAN

- Routage IP statique
- Routeur externe ou interne



# Commutateurs d'accès de Cisco

---

- **Deux catégories principales de commutateur d'accès chez Cisco**
  - Non modulaire au niveau 2
  - Modulaire au niveau 2/3/4
- **Les commutateurs non modulaires**
  - Les séries 2820, 2948
  - Le 2948, 3508G
- **Les commutateurs modulaires au niveau 2/3**
  - Les séries 2940, 2950, 2970
  - Les séries 3xxx : 3200, 3500, 3550, 3750
- **L'IOS est généralisé sur ces modèles**
  - Par exemple, 29xx et 35xx
  - Les anciennes gamme utilisaient le CatOS d'origine Cascade basé sur un jeu de commandes SET

# La série 2900XL

---

- **Commutateur modulaire de niveau 2**
- **Modèles 12 et 24 ports 10/100 Mbps half- ou full-duplex**
  - **Fond de panier 3.2 Gbps**
  - **La version MF supporte deux Interface Gigabit (GBIC) ou ATM-155**
  - **Les modèles XL supportent aussi la commutation en mode clusters, d'une interface Web, et de configuration à distance**
- **Le logiciel supporte 2048 adresses MAC, FEC et les VLANs**
- **La gamme**
  - **2912XL , 2912MF XL**
  - **2924XL, 2924MF XL**
  - **IOS 12.0**
- **Constructeur d'origine : Cisco**

FEC = Fast EtherChannel

GBIC : Gigabit Interface Converter

VLAN = virtual local area network

# La série 2940- 2950- 2970

---

- **Commutateur modulaire de niveau 2**
- **Modèles 12 et 24 ports 10/100 Mbps half- ou full-duplex**
  - **Fond de panier 3,6-28 Gbps**
  - **Interfaces Gigabit (GBIC ou SFP)**
- **Modèles industriels**
  - **2955-12**
- **Le logiciel supporte 2048 adresses MAC, FEC et les VLANs**
  - **Support de la commutation en mode clusters**
  - **Interface Web, et de configuration à distance**
  - **Fonctionnalités avancées : IOS 12.1 SI/EI**
- **Constructeur d'origine : Cisco**

FEC = Fast EtherChannel  
VLAN = virtual local area network

GBIC : Gigabit Interface Converter  
SFP: Small Form-factor Pluggable

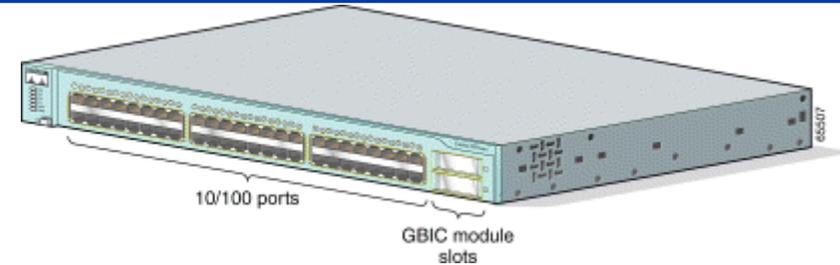
# La série 3500

---

- **Commutateur modulaire performant**
  - Modèles 12 et 24 ports
  - Supporte de 2 GBIC ou 8 GBIC (3508G)
  - Supporte Gigastack™
- **Ancienne gamme :**
  - Commutation de niveau 2
  - Fonctionnalités similaires aux séries 2900 : IOS 12.0
  - Configurable en stack avec des commutateurs 2900
  - 3512XL, 3524XL, 3508G (origine : Kalpana)
- **Nouvelle gamme 3550 :**
  - Commutation de niveau 2/3
  - Fonctionnalités avancées : IOS 12.1
  - 3550-12G/T, 3550-24/48-SMI/EMI (Cisco)

GBIC = Gigabit Interface Converter

# Commutateurs d'accès



## ● Catalyst 2926

### ■ Non modulaire

- Configuration fixe
- Bus 1,2 Gbps
- Origine Crescendo

### ■ Interfaces Half/Full duplex

- 24 ports 10/100 Base T
- 2 interface uplink 100/1000 Base T

### ■ Protocoles

- Spanning Tree
- RMON
- 16384 adresses Mac

### ■ Configureur

- Interface Set CatOS
- SNMP

## ● Catalyst 2950

### ■ Modulaire / Non modulaire

- 2950G-12/24/48 x10/100 Base T + 2 x Gbic
- 2950T-24 x10/100 Base T + 2 x 1000 Base T
- 2950C-24 x10/100 Base T + 2 x 100 Base Fx
- Origine Cisco

### ■ Protocoles

- STP/RSTP , PVST+ MSTP, VTP, QoS ..
- SNMP, RMON
- 2048 adresses Mac

### ■ Configureur

- Interface HTTP
- IOS 12.1 (Standard / Enhanced Image)

# Commutateurs de distribution



- **Catalyst 3550**

- **Modulaire**

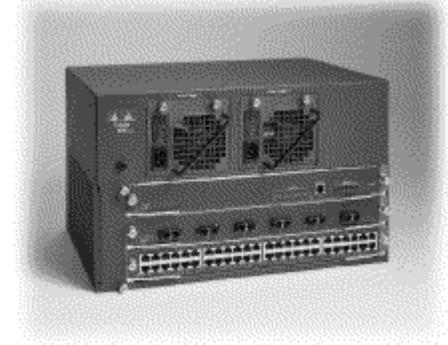
- 12/24/48 x 10/100/1000 Base T
- 2 Gbic 1000 Base T, SX, LX/LH, ZX, CWDM
- Origine Cisco

- **Commutation Level 2/3**

- Fonctions Idem 2950
- + Routage InterVLAN + RIP, OSPF, BGP, EIGRP, PIM, DVMRP

- **Configurateur**

- Interface HTTP
- IOS 12.1 (Standard / Enhanced Image)



- **Catalyst 4003/6**

- **Modulaire**

- 4003 : 3 slots
- 4006 : 6 slots: Modulaire
- Origine Crescendo

- **Interfaces Half/Full duplex**

- 12-96 ports 10/100Base T
- 2-36 interfaces Giga-Ethernet /ATM-155

- **Configurateur**

- Interface Set CatOS
- SNMP

# Commutateurs de cœur de réseau

---



- **Catalyst 5000/5500**

- **modulaire**

- Bus 50Gbps
- 2, 5, 9, 13 slots
- Origine Crescendo

- **Interfaces Half/Full duplex**

- 12-266 ports 10/100 Base T
- Jusqu'à 32 interface Gigabit
- Interfaces ATM 25,155,622

- **Configurateur**

- Interface Set CatOS

- **Catalyst 6000/6500**

- **Modulaire**

- Bus 32 ou 256 Gbps
- Jusqu'à 9 slots
- Origine Cisco

- **Interfaces Half/Full duplex**

- 192 ports 10/100Base T
- 130 interfaces Giga-Ethernet /ATM-155
- 8 10Giga-Ethernet
- Interfaces ATM 155,622

- **Configurateur**

- Interface IOS



Cisco Catalyst 2950 Series

# Un aperçu de la gamme Catalyst

Produit	Niveau	OS	Matrice/bus fond de panier	Performances	Nombre de Ports 10M/100M/1G/10G	Nombre ports ATM
2940	2	IOS	3,6 Gbps	2,7 Mpps	8 x 100 Base T + 1 1000 Base T ou X	
2950	2	IOS	13,6 Gbps	10,1 Mpps	12-48 x 10/100 Base T + 2 Gbic	
2970	2	CatOS	28 Gbps	38,7 Mpps	24 x 10/100/1000 Base T +4 x SFP (utp-mmf-smf)	
3500	2	IOS	10,8 Gbps	7,5 Mpps	12-48 x 100 Base T +2-8 x 1 G	
3550	2/3	IOS	24 Gbps	17 Mpps	12-48 x10/100 Base T + 2 Gbic (+3550-12 Gbic)	
3750	2/3	IOS	32-Gbps stack	38,7 Mpps	12-48 x10/100/1000 Base T +4 SFP (+3750-12 SFP)	
4000	2/3	CatOS	24 Gbps	18 Mpps	12-96 x 100 Base T + 2-36 x 1 G	
5000 5500	2/3	CatOS	50 Gbps	25 Gbps 1,5 Mpps	12- 266 x 100 Base T 2-32 x 1 G	96 ATM 25 32 ATM 155 8 ATM 622
6000 6500	2/3	IOS	32-256 Gbps	15 Mpps	12- 192 x 100 Base T 130 x 1 G - 8 x 10 G	8 ATM 622
8500	2/3	IOS	50 Gbps	10 Gbps 24 Mpps	12- 128 x 100 Base T 2-16 x 1 G	128 ATM155 32 ATM 622 8 ATM 2498

# Plan de la présentation

---

## ■ Présentation des commutateurs CISCO

- Aperçu des commutateurs Catalyst
- Système d'exploitation IOS - CatOS
- Description du fonctionnement



## ■ Configuration des VLAN

- Vlan par port
- Tag 802.1Q

## ■ Agrégation de liens

- Notion de Trunk / Channel
- Rapid Spanning Tree Protocol

## ■ Routage Inter-VLAN

- Routage IP statique
- Routeur externe ou interne



# IOS : Internetworking Operating System

---

- **IOS : le système d'exploitation du commutateur**

- **Versions disponibles**

- 11.3
- 12.0
- 12.1

- **Fonctionnalités**

- IP + CLI : jeu de commandes via telnet
- IP + CLI + CMS : interface HTTP

# CatOS : Catalyst Operating System

---

- **IOS : le système d'exploitation du commutateur**

- **Versions disponibles**

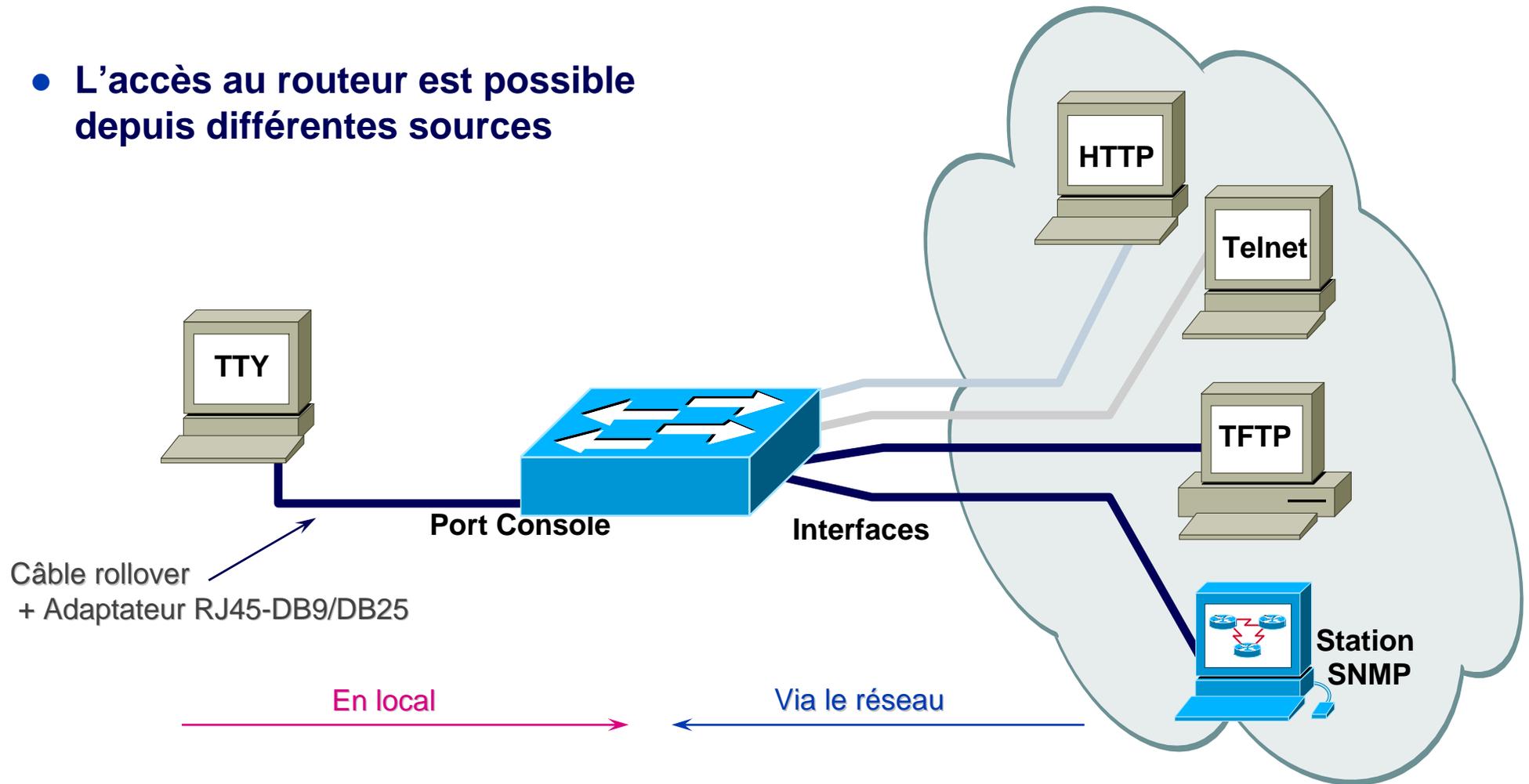
- 5.4 à 5.6
- 6.1 à 6.5

- **Fonctionnalités**

- Interface de commande CLI avec jeu de commandes SET

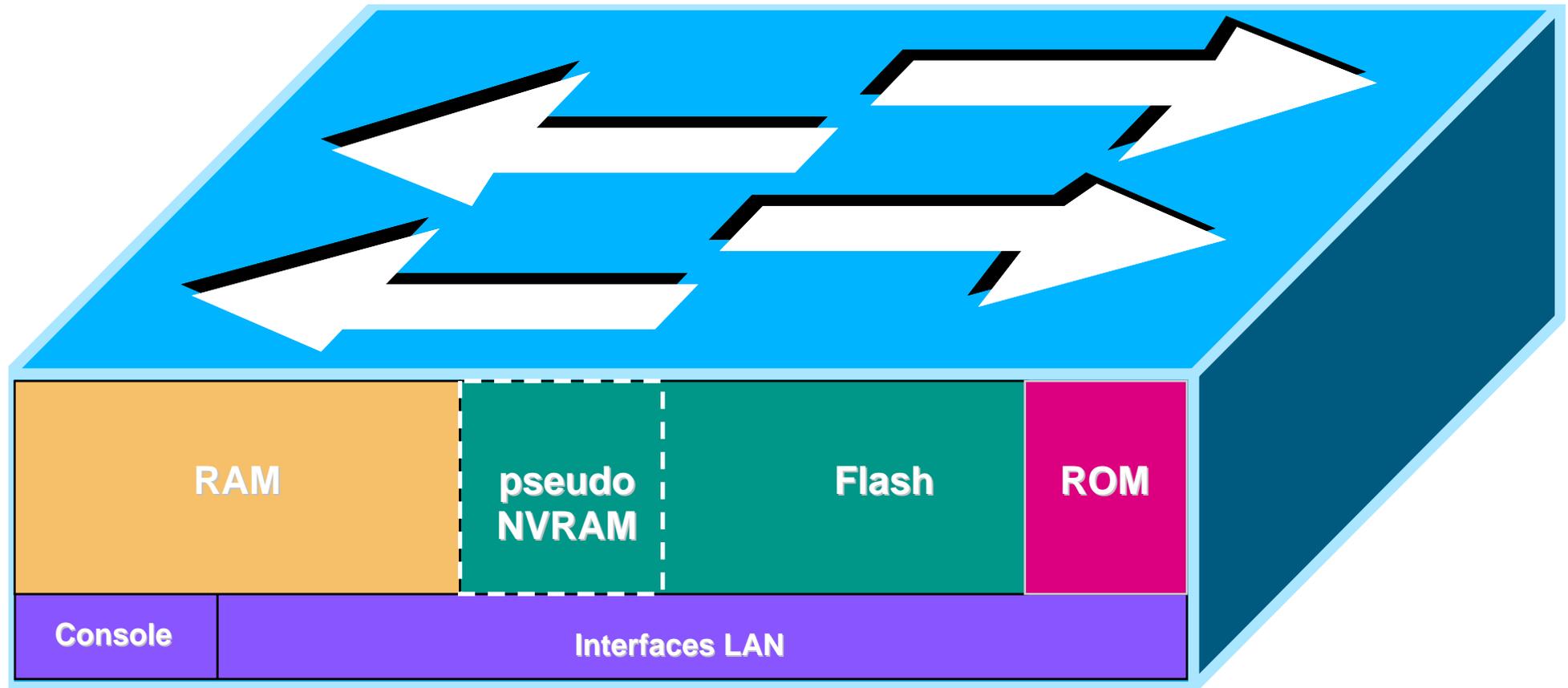
# Accès au configurateur Cisco

- L'accès au routeur est possible depuis différentes sources



# Composants internes d'un commutateur Cisco

---



# Chargement d'un IOS

---

- **Versions**

- **Fichier du système d'exploitation**

- c2900XL-c3h2s-mz.120-5.WC3b.tar
    - Le fichier **tar** contient le système d'exploitation
    - Ainsi que tout ce qui est nécessaire à une exploitation via HTTP

- **Interface HTTP ios 12.0 «CMS: Cluster Management Suite »**

- Attention ! Vérifier toujours compatibilité de l'applet JAVA
    - La version actuelle est j2re-1-3-1-win.exe

- **Interface HTTP ios 12.1 « CDM: Cisco Device Manager »**

- Meilleure compatibilité avec les applets JAVA les plus récentes

- **Documentation en ligne sur le CCO**

- Des versions standard sont téléchargeables sans login spécifique
    - <http://www.cisco.com/public/sw-center/sw-lan.shtml>

# Téléchargement par TFTP

---

- **Attention !!!**
  - **La commande de téléchargement risque d'effacer toute la configuration**
  - **Il est opportun de sauvegarder la configuration et la base de donnée des VLAN avant toute chose**
    - Copy flash:\vlan.dat tftp
    - Copy run tftp
    - Erase flash
  - **Puis chargement de l'ensemble de l'archive tar, ensuite les configurations**
    - SW204# tar /x tftp://172.16.204.254//c2900XL-c3h2s-mz.120-5.4.WC.1.tar flash:
    - Copy tftp flash:/config.text
    - Copy tftp:/vlan.dat flash:/vlan.dat

La commande « archive tar » remplace « tar » sur l'IOS 12.1 des Catalyst série 2950...

# Jeux de commandes CatOS

---

- **L'interface SET**
  - Offre trois commandes de base : Set, Show, Clear
  - Le résultat des commande est immédiatement sauvegardé en NVRAM
- **La modification/sauvegarde des configurations**
  - Se fait à l'aide d'une copie d'écran sous Hyperterminal : show config all
  - Copier/Coller dans NotePad, sauvegarde du fichier
  - Modification/Sauvegarde de la nouvelle config
  - Copier/Coller depuis Hyperterm dans le configurateur

# Exemple de commandes CatOS

---

- **Password**

```
switch>(enable) set password
Enter old password: cisco
Enter new password: bonjour
Retype new password: bonjour
Password changed
```

- **NVRAM**

```
clear config all
show config all
show spantree
```

- **SYSTEM**

```
set system name switch-iutsm
set prompt switch-iutsm
```

- **Interfaces**

```
set sco up
set interface sco 10.0.0.1 255.255.255.0 10.0.0.255
```

```
set port enable 1/1
set port speed auto
set port duplex half
```

# Jeux de commandes CatOS

---

- **L'interface SET**
  - Offre trois commandes de base : Set, Show, Clear
  - Le résultat des commande est immédiatement sauvegardé en NVRAM
- **La modification/sauvegarde des configurations**
  - Se fait à l'aide d'une copie d'écran sous Hyperterminal :
    - show config all
  - Copier/Coller dans NotePad, sauvegarde du fichier
  - Modification/Sauvegarde de la nouvelle config
  - Copier/Coller depuis Hyperterm dans le configurateur

# Interface CMS : Cluster Management Suite

Cisco Cluster Management Suite - Microsoft Internet Explorer

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

Précédente Recherche Favoris Média

Adresse [http://192.168.0.254/cms\\_13.html](http://192.168.0.254/cms_13.html) OK Liens Norton

CMS Administration Cluster Device Port VLAN Reports View Window Help

Interaction mode: Guide Expert

Front Panel View

- eurekom
  - Fantasio
  - Fantasio-1

Cisco Systems Fantasio 192.168.0.254 Catalyst 2924-XL

1x 2x 3x 4x 5x 6x 7x 8x 9x 10x 11x 12x 13x 14x 15x 16x 17x 18x 19x 20x 21x 22x 23x 24x

Cisco Systems Fantasio-1 Catalyst 3548-XL

1x 3x 5x 7x 9x 11x 13x 15x 17x 19x 21x 23x 25x 27x 29x 31x 33x 35x 37x 39x 41x 43x 45x 47x

2x 4x 6x 8x 10x 12x 14x 16x 18x 20x 22x 24x 26x 28x 30x 32x 34x 36x 38x 40x 42x 44x 46x 48x

1x Empty 2x Empty

# Interface CDM :Cisco Device Manager

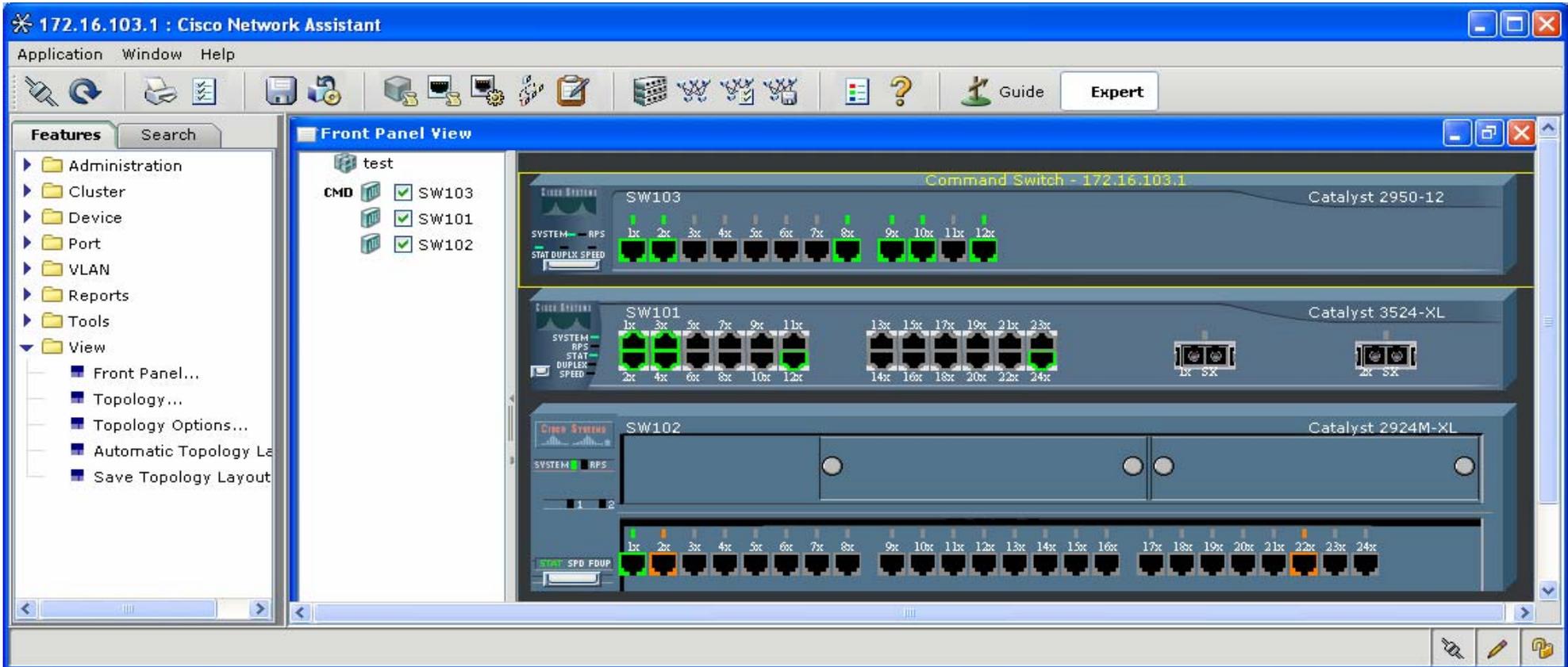
The screenshot displays the Cisco Device Manager (CDM) interface for a Catalyst 2950 Series switch (SW103). The interface is divided into several sections:

- Header:** "Catalyst 2950 Series Device Manager - SW103". Navigation icons include Refresh, Print, Smartports, Legend, and Help. The Cisco Systems logo is in the top right.
- Status Bar:** Shows "Uptime: 1 hour, 21 minutes" and "Next refresh in 42 seconds".
- Device Overview:** A visual representation of the switch with 12 ports. A "View: Status" dropdown is present. Below the ports, it says "Move the pointer over the ports for more information".
- Contents Panel (Left):** A navigation menu with the following items:
  - Dashboard
  - Monitor
    - Trends
    - Port Status
    - Port Statistics
  - Configuration
    - Smartports
    - Port Settings
    - Express Setup (highlighted)
    - Restart / Reset
  - Tools
    - Telnet
  - Network Assistant
- Network Settings (Main Panel):**
  - Management Interface (VLAN ID): 1
  - IP Address: 172 . 16 . 103 . 1
  - Subnet Mask: 255.255.240.0
  - Default Gateway: 172 . 16 . 100 . 100
  - Switch Password: [masked]
  - Confirm Switch Password: [masked]
- Optional Settings (Main Panel):**
  - Host Name: SW103
  - System Contact: Admin en chef
  - System Location: sur site
  - Telnet Access:  Enable  Disable
  - Telnet Password: [masked]
  - Confirm Telnet Password: [masked]
- Buttons:** "Submit" and "Cancel" buttons are located at the bottom of the main panel.

# CDM : Nouvelle interface

The screenshot displays the Catalyst 2950 Series Device Manager interface for SW103. At the top, there are navigation icons for Refresh, Print, Smartports, Legend, and Help, along with the Cisco Systems logo. The main area shows the device's uptime (1 hour, 6 minutes) and the next refresh time (29 seconds). A central panel displays the Catalyst 2950 series switch with a 'View: Status' dropdown and a row of 12 port status indicators. Below this, a text prompt says 'Move the pointer over the ports for more information'. On the left, a 'Contents' sidebar lists navigation options: Dashboard, Monitor, Configuration (Smartports, Port Settings, Express Setup, Restart / Reset), Tools (Telnet), and Network Assistant (highlighted). The main content area features a 'Network Assistant' advertisement with a network diagram and a list of benefits: Single point of network management, Intelligent configuration of devices, Simplified network monitoring and troubleshooting, and Built-in search function and online help. A button at the bottom of the ad reads 'LEARN MORE and DOWNLOAD NETWORK ASSISTANT for FREE!'.

# Interface CNA : Cisco Network Assistant



# CNA: Port Settings

172.16.103.1 : Cisco Network Assistant

Application Window Help

Features Search

- Administration
- Cluster
- Device
- Port
  - Smartports Port
  - Port Settings...
  - Port Search...
  - Port Security...
  - EtherChannels...
  - SPAN...
  - Protected Port...
  - Flooding Control
- VLAN
- Reports
- Tools
- View

Port Settings

Host Name: SW103

Configuration Settings Runtime Status

Interface	Description	Status	Duplex	Speed	Port Fast	Flow Control	
						Receive	Send
Fa0/1		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/2		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/3		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/4		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/5		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/6		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/7		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/8		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/9		enabled	auto	auto	enabled whe...	off	off
Fa0/10		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/11		enabled	auto	auto	disabled	off	off
Fa0/12		enabled	auto	auto	enabled	off	off

Total Rows: 12

Filter Modify Describe

OK Apply Refresh Cancel Help

# CNA: VLAN

The screenshot shows the Cisco Network Assistant (CNA) interface. The main window is titled "172.16.103.1 : Cisco Network Assistant". The "Features" pane on the left shows a tree view with "VLAN" selected. The main area displays the "VLAN" configuration window for device "SW103". The "Configure Ports" tab is active, showing a table of local ports and their configurations. The "Remote Device" is set to "None".

Host Name: SW103

Local Device: SW103 Remote Device: None

Local Ports				Remote Ports			
Interface	Administrativ...	Operational ...	VLANs	Interface	Administrativ...	Operational ...	VLANs
Fa0/1	802.1Q Trunk...	802.1Q Trunk...	ALL				
Fa0/2	802.1Q Trunk...	802.1Q Trunk...	ALL				
Fa0/3	Dynamic Desi...	Down	ALL				
Fa0/4	Dynamic Desi...	Down	ALL				
Fa0/5	Dynamic Desi...	Down	ALL				
Fa0/6	Dynamic Desi...	Down	ALL				
Fa0/7	Dynamic Desi...	Down	ALL				
Fa0/8	Dynamic Desi...	Static Access	1				
Fa0/9	Static Access	Static Access	1				
Fa0/10	Dynamic Desi...	Static Access	1				
Fa0/11	Dynamic Desi...	Down	ALL				
Fa0/12	802.1Q Trunk...	802.1Q Trunk...	ALL				

Total Rows: 12

Buttons: OK, Apply, Refresh, Cancel, Help

# CNA: Port Statistics

172.16.103.1 : Cisco Network Assistant

Application Window Help

Features Search

- Administration
- Cluster
- Device
- Port
- VLAN
- Reports
  - Inventory...
  - Port Statistics...
  - Bandwidth Graphs...
  - Link Graphs...
  - Link Reports...
  - Multicast
  - System Messages...
- Tools
- View

Port Statistics

Devices

Host Name: SW103

Overview Transmit Packets Receive Packets

Interface	Port De...	Unicast	Multicast	Broadcast	Discarded	Alignme...	FCS Err...	Collisio...	Undersi...	Oversized
Fa0/1		26548	13204	42	0	0	0	0	0	0
Fa0/2		22376	13250	8479	0	0	0	0	0	0
Fa0/3		1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fa0/4		1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fa0/5		1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fa0/6		1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fa0/7		1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fa0/8		52277	141	7689	0	0	0	0	0	0
Fa0/9		86072	27	529	0	0	0	0	0	0
Fa0/10		2256	2	79	0	0	0	0	0	0
Fa0/11		1	0	0	0	0	0	0	0	0

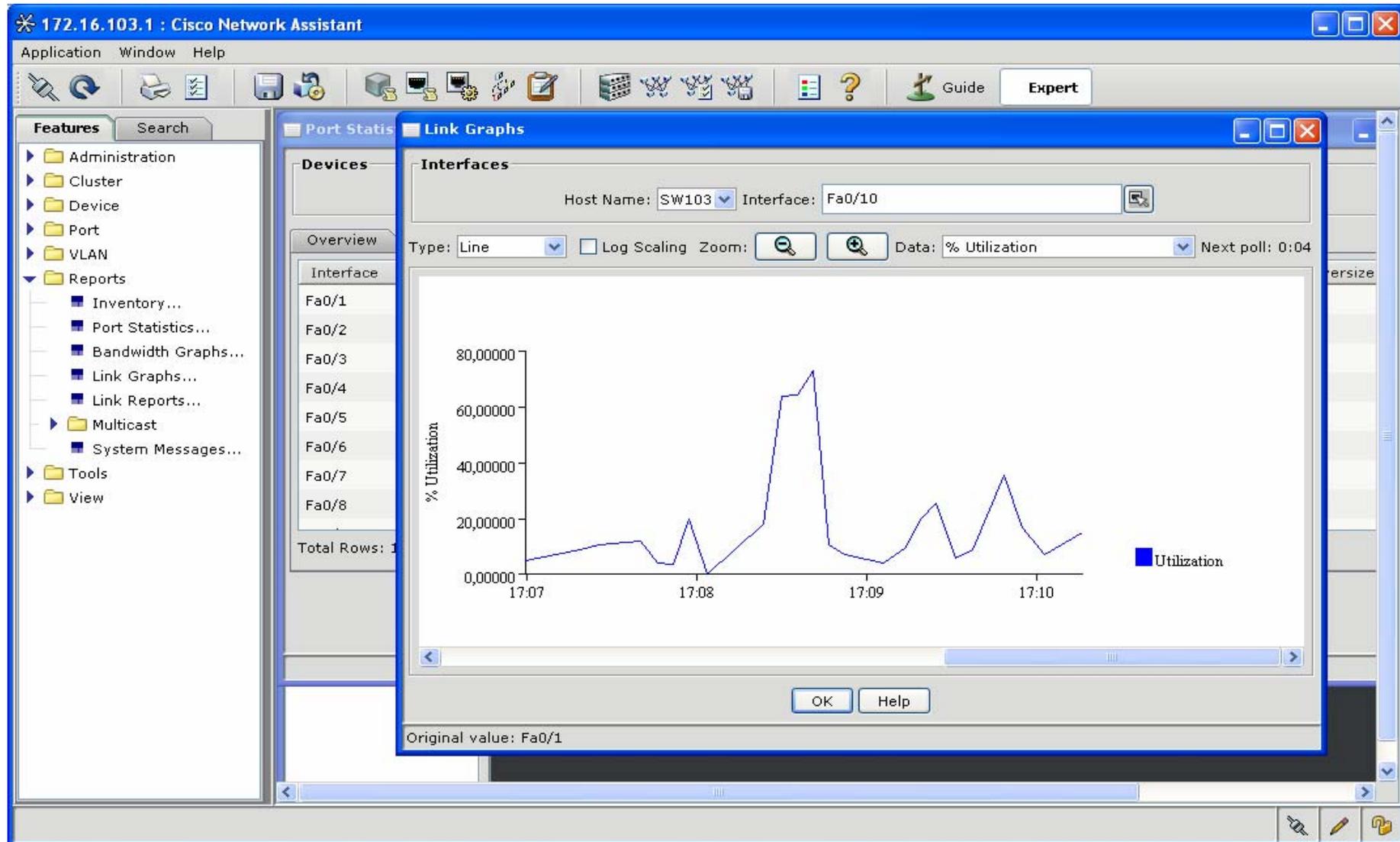
Total Rows: 12

Filter

Clear Counters Save Report

OK Refresh Help

# CNA: Link Graph





# Plan de la présentation

---

## ■ Présentation des commutateurs CISCO

- Aperçu des commutateurs Catalyst
- Système d'exploitation IOS - CatOS
- Description du fonctionnement



## ■ Configuration des VLAN

- Vlan par port
- Tag 802.1Q

## ■ Agrégation de liens

- Notion de Trunk / Channel
- Rapid Spanning Tree Protocol

## ■ Routage Inter-VLAN

- Routage IP statique
- Routeur externe ou interne



# Des LAN commutés aux VLANs

- **Grâce aux commutateurs, on peut dire que le problème des collisions est réglé dans les LANs**
- **D'autres problèmes surgissent**
  - **L'ensemble des stations reliées par des commutateurs constitue un seul espace de diffusions**
    - Les diffusions sont reçues par tout le monde!
  - **Sur un grand site, on veut pouvoir contrôler les communications**
- **On répartit alors les stations en groupes de travail : les VLAN**
  - **Un VLAN (Virtual LAN) est un groupe fermé pour les trames de niveau 2 et les diffusions**

	HUB	Commutateur
Trames unicast	Diffusées	Commutées sauf si adresses inconnues
Trames multicast	Diffusées	Diffusées en général (sauf si 802.1p)
Trames broadcast	Diffusées	Toujours diffusées

# Caractéristiques des VLANs

---

- **Des groupes fermés de diffusion ne peuvent communiquer qu'en passant par des routeurs**
  - **Le trafic unicast, multicast et broadcast ne doit pas sortir du VLAN**
    - Ou alors doit passer par un routeur qui contrôle les accès
    - Ce qui renforce la sécurité
  - **Un VLAN est un sous-ensemble de la topologie active du LAN commuté**
- **Les stations sont moins engorgées par les diffusions qui ne les concernent pas**
- **On veut en outre assurer une segmentation logique du réseau**
  - **Et non subir une segmentation physique (géographique)**
  - **Cela facilite les ajouts, modifications et déplacements de stations**
    - Constitution des VLAN par l'administrateur selon l'évolution de l'entreprise
    - Au lieu de procéder à des déplacements physiques ou des modifications de câblage

# Avantages et défis des VLANs

---

- **Les avantages des VLANs**

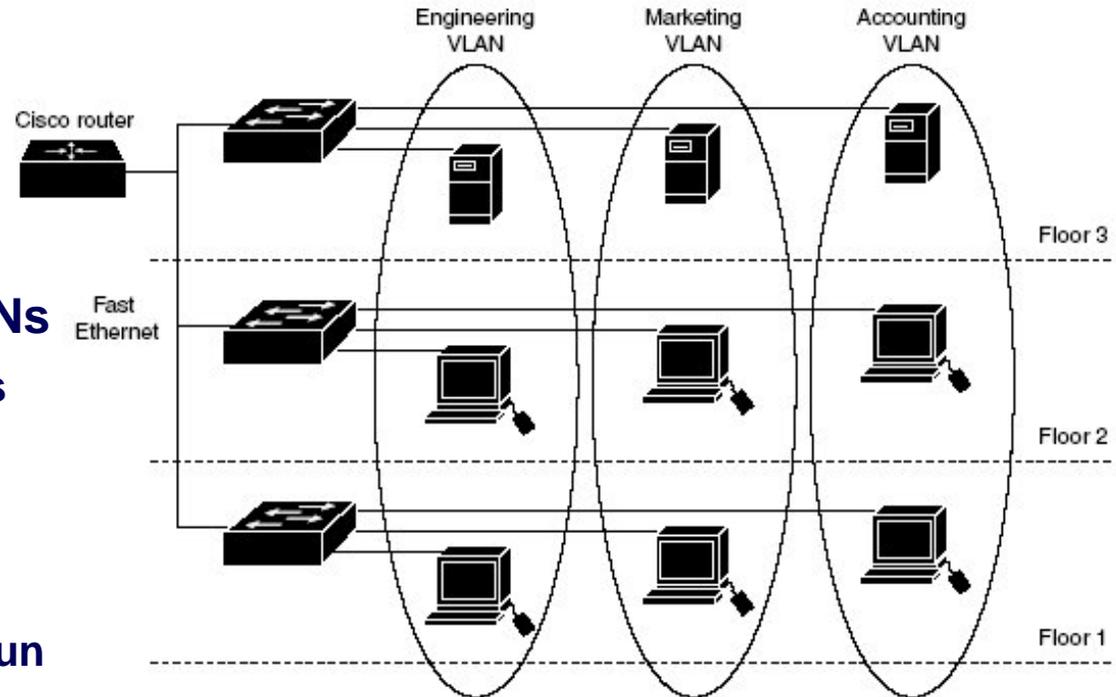
- **Facilités pour les déplacements, ajouts et modifications**
- **Collaboration accrue au sein des groupes de travail**
- **Isolation des diffusions (sans avoir besoin de routeur)**
- **Meilleure sécurité : isolation du trafic à l'intérieur d'un VLAN**

- **Les défis des VLANs**

- **La configuration initiale des VLANs demande en général pas mal de planification, de temps et d'efforts**
- **La mise en œuvre de VLANs sur des commutateurs diffère selon les constructeurs (et même entre modèles d'une gamme de produits d'un même constructeur)**
- **La manière de propager entre commutateurs l'information d'appartenance à un VLAN est immature**
  - Signalisation propriétaire pour certains constructeurs
  - Un mécanisme de signalisation standard a été défini par l'IEEE (802.1Q)  
Cela devrait améliorer peu à peu l'inter-opérabilité

# VLANs, commutateurs et routeurs

- **Les commutateurs sont nécessaires pour isoler les VLANs**
  - Les VLAN sont assurées par des commutateurs de niveau 2
- **L'interconnexion de VLANs nécessite des routeurs**
  - Le routage peut être assuré par un routeur traditionnel «manchot» (one-armed)
  - Une fonction routage intégrée dans un commutateur de niveau 3



# Types de VLANs

---

- **Comment le commutateur détermine-t-il à quel VLAN appartient une trame donnée ?**
- **Selon l'implémentation VLAN du constructeur, l'administrateur peut caractériser l'appartenance à un VLAN par**
  - Niveau 1 : Vlan statique, groupe de ports
  - Niveau 2 : Vlan dynamique, groupe d'adresses MAC
  - Niveau 3 : Sous réseau IP, ou différent protocoles de niveau 3
- **Attention : les constructeurs diffèrent dans les types de VLAN supportés et les détails de leur mise en œuvre**

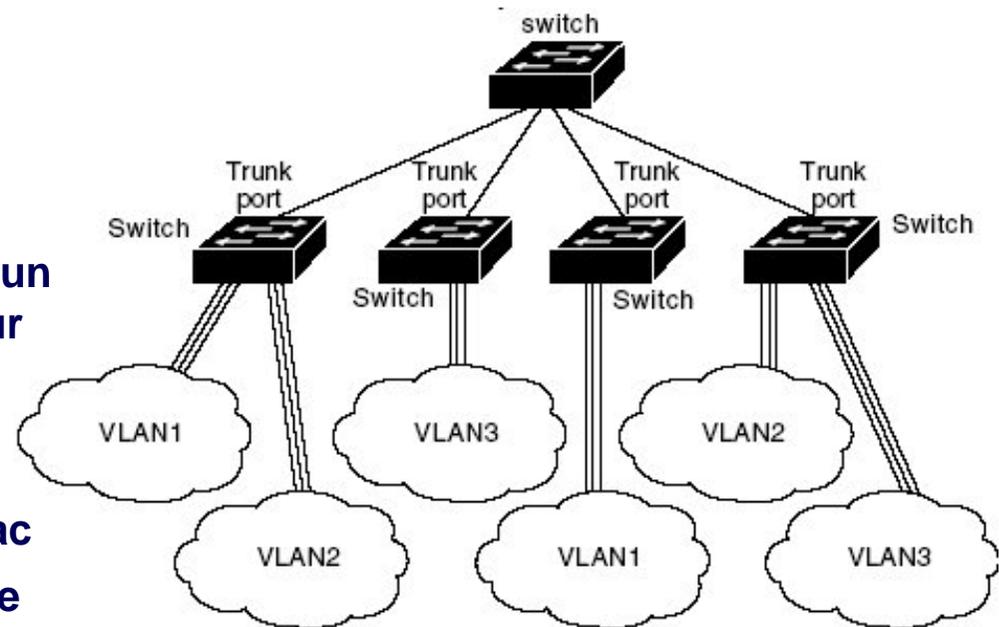
# Vlan de niveau 1/2

- **Vlan statique:**

- Le plus courant, le moins cher, supporté même sur des commutateurs de bas de gamme
- Modifications de l'appartenance à un VLAN réalisées par l'administrateur

- **Vlan dynamique**

- La table des VLAN assure la correspondance avec l'adresse Mac
- Nécessité de synchronisation entre les serveurs et les clients VMPS



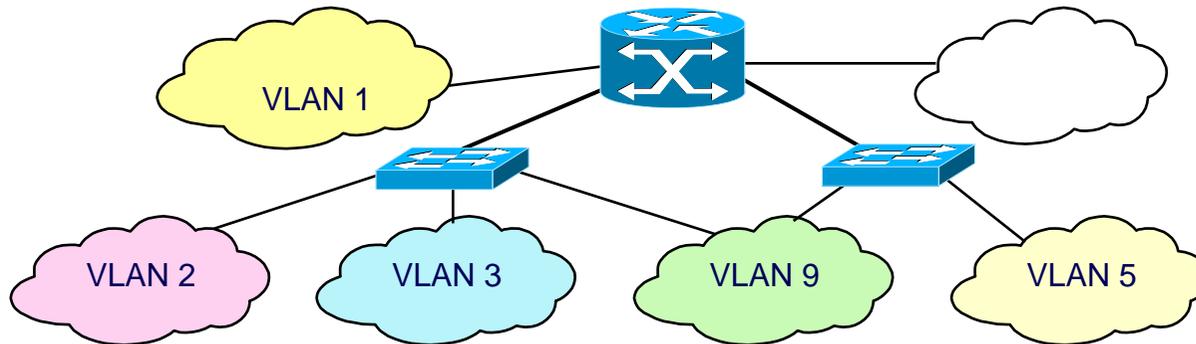
# Vlan de niveau 3

---

- **Configuration par protocole**
  - Ancienne formule consistant à isoler les protocoles applicatifs entre eux
  - Applis IP, IPX, DecLAT, Netbeui...
- **Configuration par sous réseau IP**
  - La plus courante aujourd'hui
  - Nécessite un effort pour que l'adressage des sous réseaux colle avec les règles de découpage des VLAN
    - Superposition de VLAN statique et de subnet IP
    - Routage statique dans les Commutateurs Ethernet L3 d'entrée de gamme
    - Les dernières générations de produits intègrent le routage dynamique RIP, OSPF...

# VLANs sur plusieurs commutateurs

- Le déploiement de VLAN sur plusieurs commutateurs impose que l'appartenance aux VLANs soit communiquée entre commutateurs

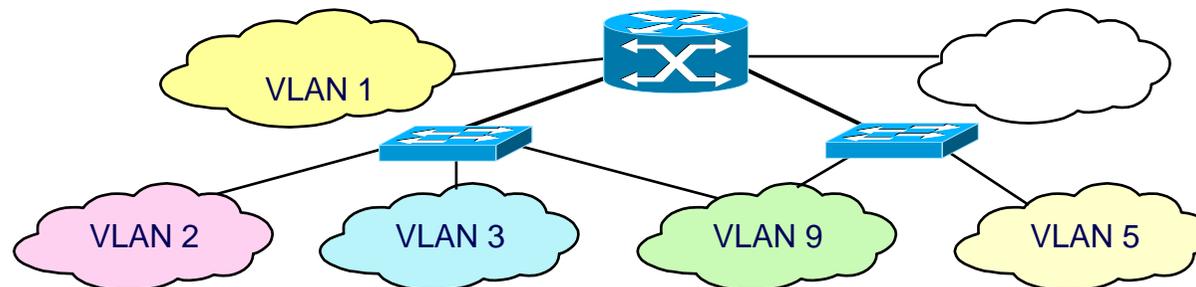


- Les constructeurs ont développé trois méthodes incompatibles pour des communications inter-commutateurs de manière à mettre à jour et maintenir les tables de VLAN
  - **Signalisation propriétaire**
    - Des trames particulières véhiculent l'information d'appartenance entre commutateurs
  - **Marquage propriétaire de trames**
    - Un champ additionnel (un tag) est ajouté aux en-têtes des trames inter-commutateurs (ISL)
  - **Marquage standard des trames**
    - 802.1Q

# 802.1D

---

- Les révisions du standard 802.1D (spanning-tree transparent bridging) prennent en compte les VLANs
  - Comme auparavant, les commutateurs de niveau 2 participent à la négociation du spanning tree pour supprimer les chemins redondants entre stations



- Chaque VLAN est mis en correspondance avec une partie du spanning tree
  - Quand plusieurs chemins physiques existent entre membres d'un VLAN, un seul de ces chemins est choisi comme étant actif
- La nature dynamique des VLANs impose que le spanning tree soit également dynamique
  - L'appartenance au VLAN est prise en compte dans la (re)configuration du spanning tree

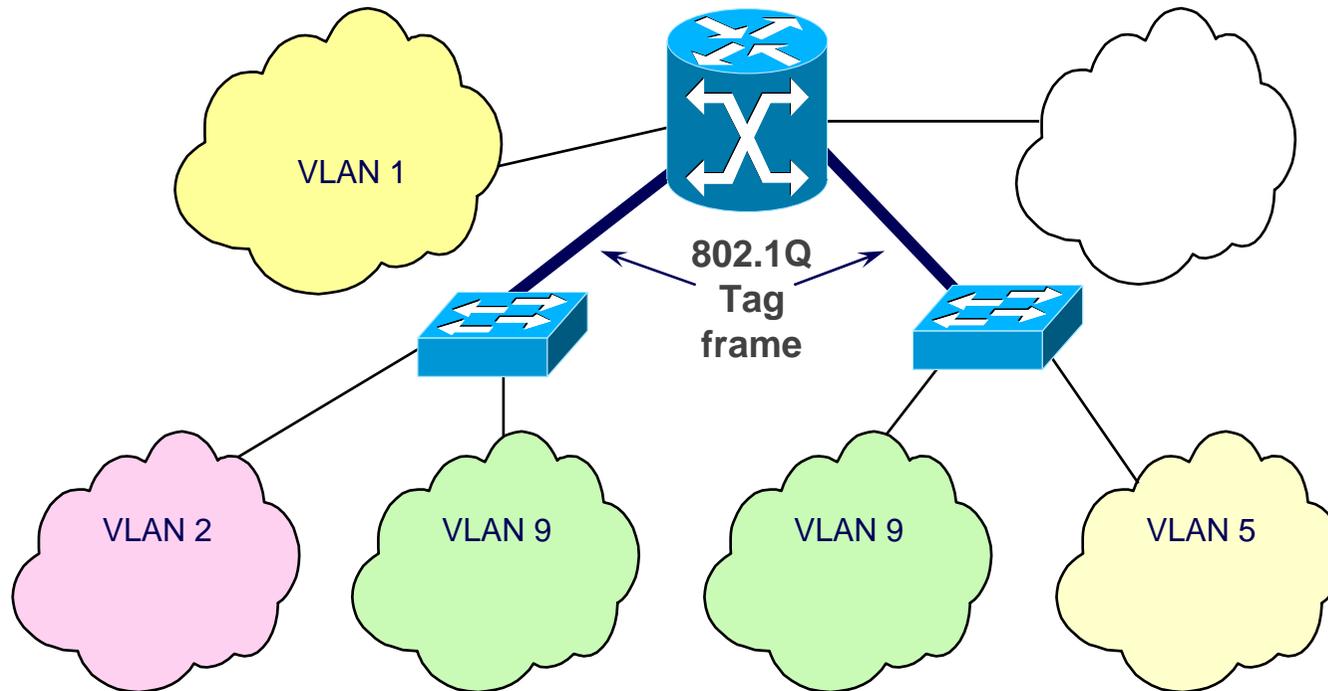
# 802.1Q

---

- **Standard qui spécifie comment des produits conformes :**
  - Relaient des trames selon l'appartenance à un VLAN
  - Auto configurent et maintiennent des tables d'appartenance aux VLANs
  - Distribuent de l'information sur les VLANs entre commutateurs
  - Fournissent des informations d'administration sur les VLANs (extension des MIBs)
- **Afin de véhiculer l'information de VLAN entre commutateurs, on ajoute une étiquette (un tag) à l'en-tête de la trame**
  - *Attention* : ceci augmente la taille de la trame et peut provoquer des problèmes dans l'équipement existant
    - Cependant, les stations extrémité ne voient pas les tags
- **Chaque trame ne peut appartenir qu'à un seul VLAN**

# Utilisation de trames étiquetées : VLAN-Tagged frames

- Les trames étiquetées 802.1Q véhiculent de l'information sur les VLANs entre commutateurs
  - Le commutateur d'entrée (ingress switch) ajoute les tags
  - Le commutateur de sortie (egress switch) les retire
- Les commutateurs utilisent des tags pour mettre à jour/maintenir les tables de relais au niveau des ports



# GVRP / GARP VLAN Registration Protocol

---

- **Des fonctions très utiles sont apportées par les standards 802.1p/Q**
  - **Détection de VLANs**
  - **Détection d'adresses de groupes multicast dynamiques**
  - **Support produit récent, disponible sur certains drivers récents des cartes Gigabit**
- **Techniquement, le protocole requis pour supporter ces fonctions est GARP (Generic Attribute Registration Protocol)**
- **Deux instances de GARP sont ainsi définies**
  - **GMRP: GARP Multicast Registration Protocol**
  - **GVRP: GARP VLAN Registration Protocol**
- **GARP comprend deux mécanismes**
  - **GID: Generic Information Declaration**
  - **GIP: Generic Information Propagation**

<http://www.protocols.com/pbook/lan.htm#GARP>

# GARP : Generic Attribute Registration Protocol

---

- **Support pour l'utilisation de VLANS et d'adresses de groupe dynamiques (multicast)**
  - **Solution élégante pour des applications telles que le traitement coopératif, les conférences et la distribution de média**
- **Que peuvent faire des équipements compatibles GARP ?**
  - **Les stations peuvent rejoindre/quitter un groupe de multicast (VLAN) en informant leur commutateur de raccordement**
  - **Les commutateurs mettent à jour leurs tables de relais au niveau des ports pour passer les trames aux membres du groupe**
    - Des requêtes périodiques en provenance du commutateur permettent de confirmer l'adhésion à un groupe
  - **Les commutateurs échangent des informations sur les adhésions aux groupes de manière à isoler les trafics à l'intérieur des groupes**
    - Seules les liaisons nécessaires pour atteindre les membres d'un groupe sont utilisées

# VTP de Cisco

- Permet de regrouper les commutateurs dans un *domaine administratif*
  - Facilite l'administration des VLAN sur les commutateurs d'un LAN étendu
  - Facilite l'addition et la destruction de VLAN
- Utile lors de l'utilisation de VLAN interconnectés
  - Protocole propriétaire Cisco de niveau 2 en multicast
  - Protocole présent sur les liens trunk 802.1Q ou ISL
  - N'est pas supporté par les stations
- Les commutateurs sont définis en un des trois modes VTP opérationnels

- Transparent
- Serveur \*
- Client

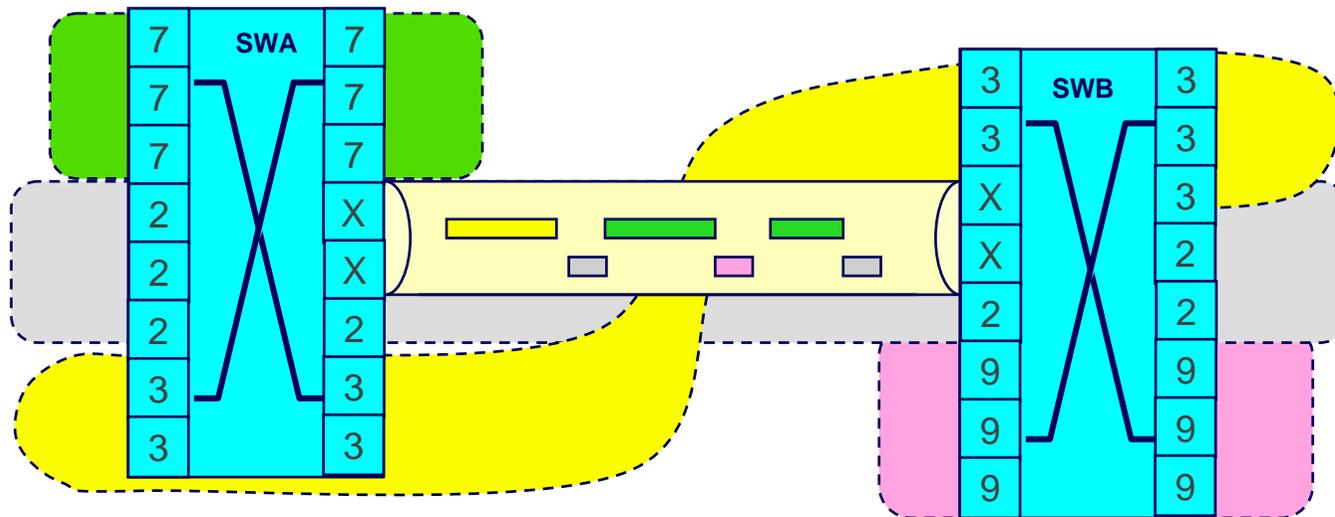
\* par défaut

Participation VTP	Server	Client	Transp
Génère les trames VTP	Y	Y	N
Traite les trames VTP	Y	Y	N
Crée VLANs	Y	N	Y *
Sauve VLAN en NVRAM	Y	N	Y *

\* Vlan Locaux uniquement

# 802.1Q / 802.1p

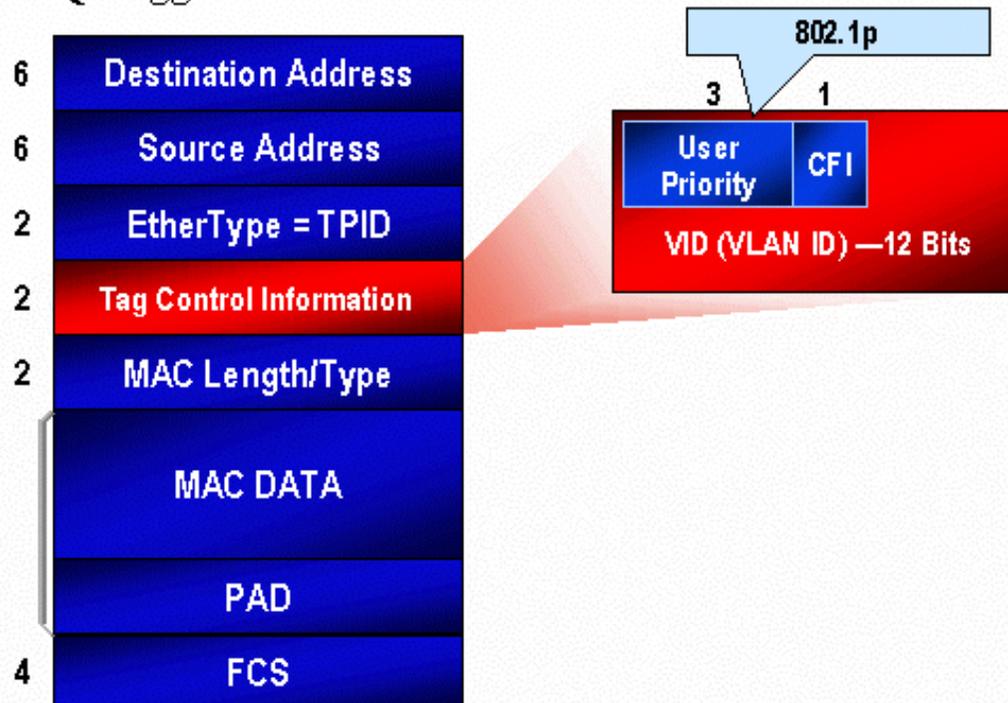
- Un trunk 802.1Q est utile pour
  - une liaison inter-commutateur
  - Une liaison commutateur-routeur
  - Une liaison vers un point d'accès WiFi



# 802.1p: Priorité des flux

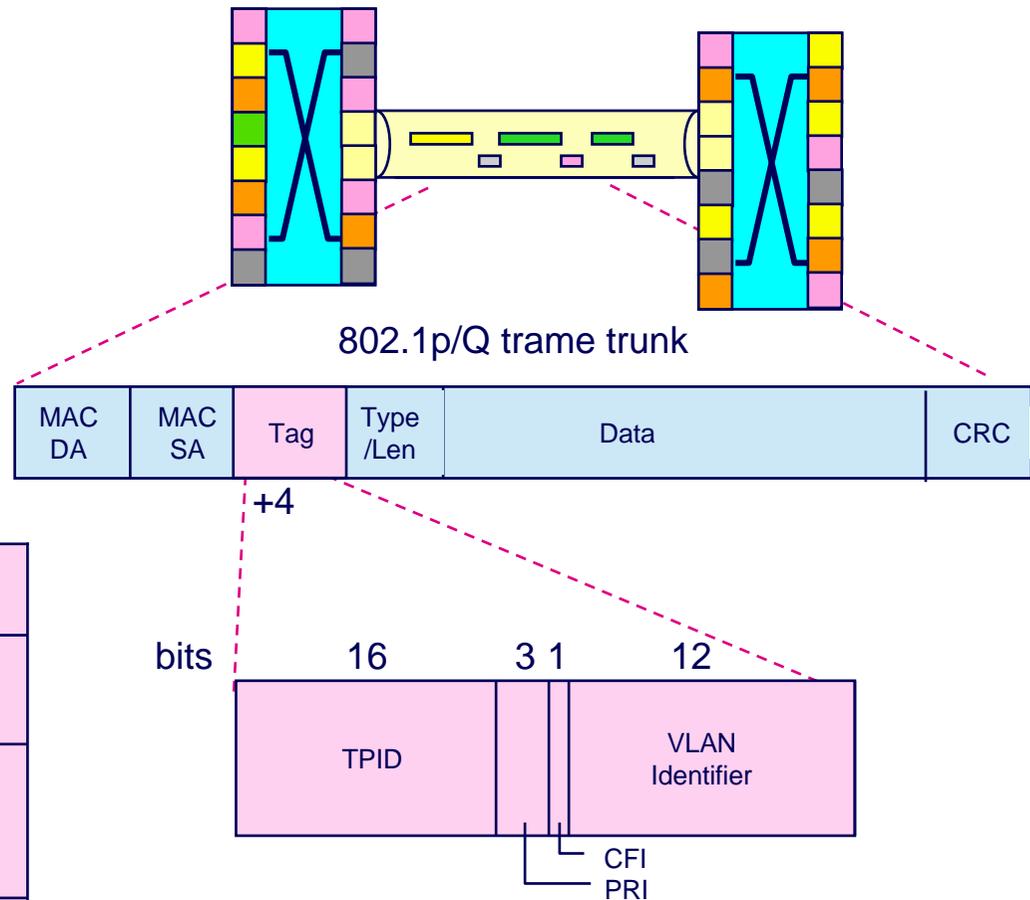
- Champ priorité dans les réseaux locaux à passage de jeton
  - Intégré dans le codage du jeton des réseaux Token Ring ou FDDI
  - Bits RRR et PPP
- Champ priorité dans les réseaux Ethernet (802.1 p et 802.1 Q)

802.1Q Tagged Ethernet Frame



# Marquage 802.1Q

- Champ additionnel inséré dans l'en-tête MAC
- Le format montre une trame Ethernet encodée



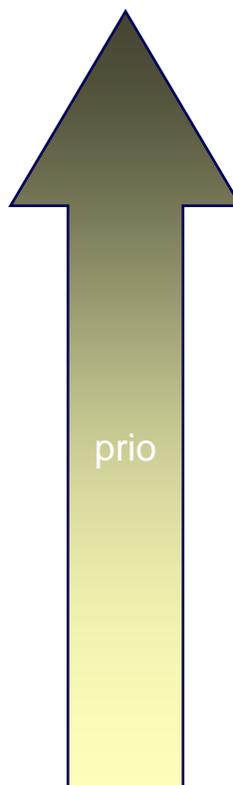
TPID	Protocol ID : 0x8100 = 802.1Q.
PRI	champ priorité IEEE 802.1p (de 0=basse à 7=haute )
CFI	Canonical Format Identifier : 0 = trame CSMA/CD 1= Token Ring
VLAN ID	12-bit VLAN Identifier 0, 1 et 4095 sont réservées 1002-1004: fddi 1003-1005 :TR

# Traitements de QoS

---

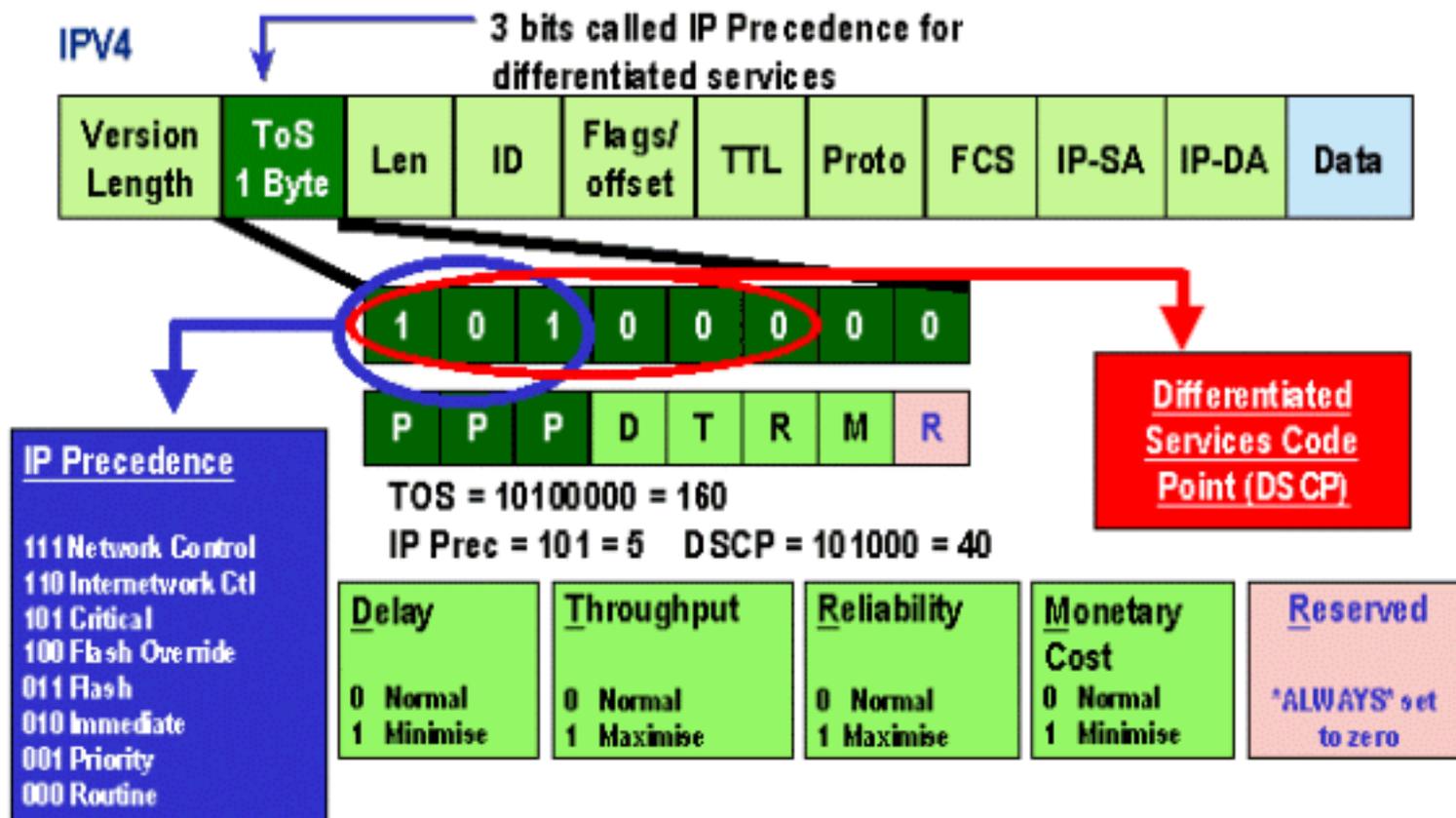
- **Plan de données**
  - **Le standard 802.1p définit des priorités permettant d'effectuer une classification des paquets et l'ordonnancement des files d'attente**
    - Implémentation de 1 à 7 files d'attente
  - **Le standard 802.3x permet le traitement de la congestion par notification**
- **Plan de contrôle**
  - **Pas de spécification à ce jour**
    - Fonction CAC par accès à un serveur de règles ?
    - Extension de RSVP pour les commutateurs Ethernet ?
- **Plan de routage**
  - **Aucune action à ce niveau**
- **En pratique**
  - **2 ou 4 files d'attentes dans les commutateurs Ethernet du marché**

# CoS 802.1p

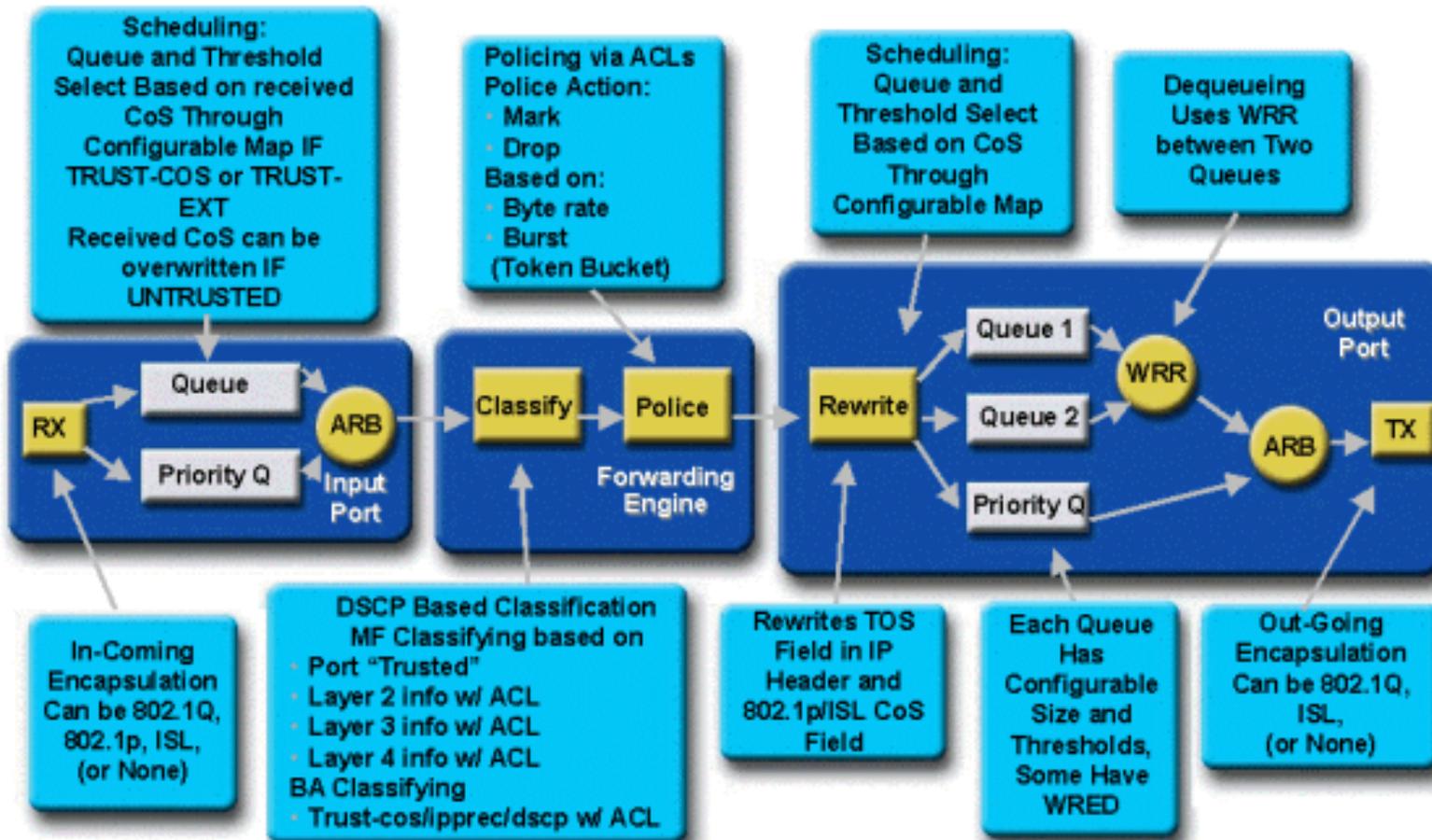


Valeur	Trafic	Signification	Nombre de files d'attente							
			1	2	3	4	5	6	7	
7	<b>NC</b>	Network Controlled Administration								NC
6	<b>VO</b>	Voice, Téléphonie, flux temps réel		VO						
5	<b>VI</b>	Vidéo, Signaux TV Flux temps réel					VI	VI	VI	VI
4	<b>CL</b>	Controlled Load Flux sujets à CAC			CL	CL	CL	CL	CL	CL
3	<b>EE</b>	Excellent Effort Flux prioritaire						EE	EE	EE
2	<b>SP</b>	Spare								
1	<b>BK</b>	Transfert background sans priorité				BK	BK	BK	BK	BK
0	<b>BE</b>	Best Effort	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE

# QoS dans IPv4



# Traitement de la QoS (Cisco)





# Plan de la présentation

---

## ■ Présentation des commutateurs CISCO

- Aperçu des commutateurs Catalyst
- Système d'exploitation IOS - CatOS
- Description du fonctionnement

## ■ Configuration des VLAN

- Vlan par port
- Tag 802.1Q



## ■ Agrégation de liens

- Notion de Trunk / Channel
- Rapid Spanning Tree Protocol

## ■ Routage Inter-VLAN

- Routage IP statique
- Routeur externe ou interne

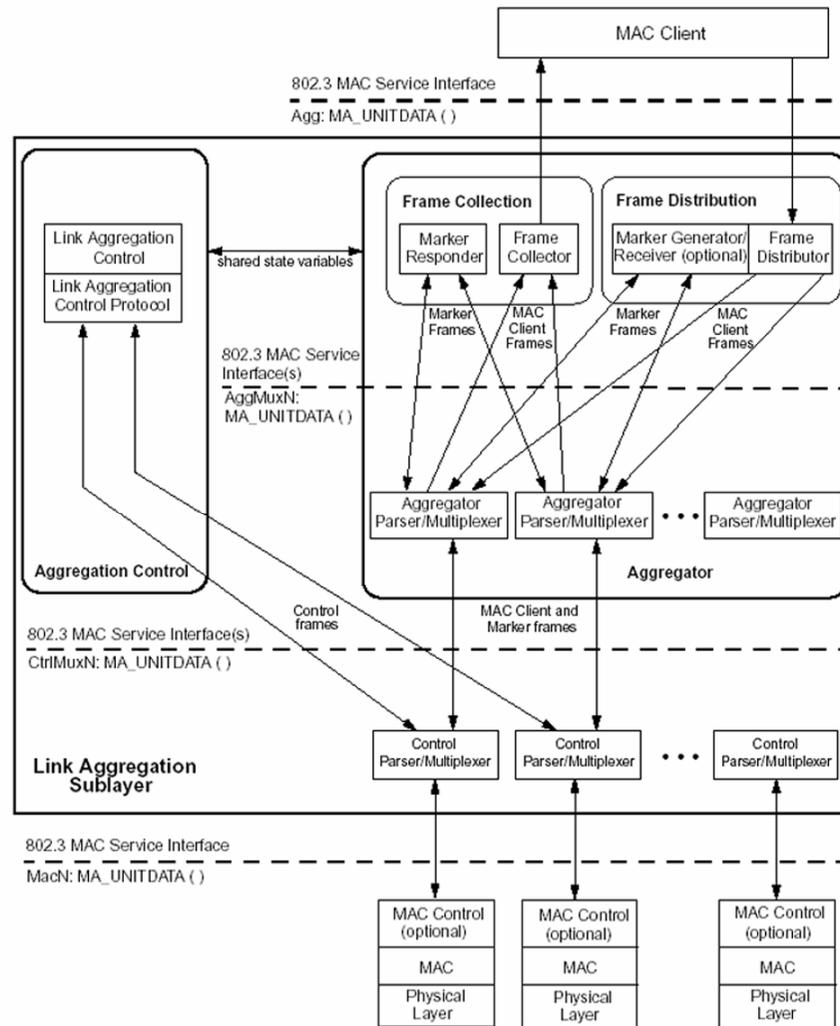


# Agrégation Ethernet / Ether-channel / « Trunk »

---

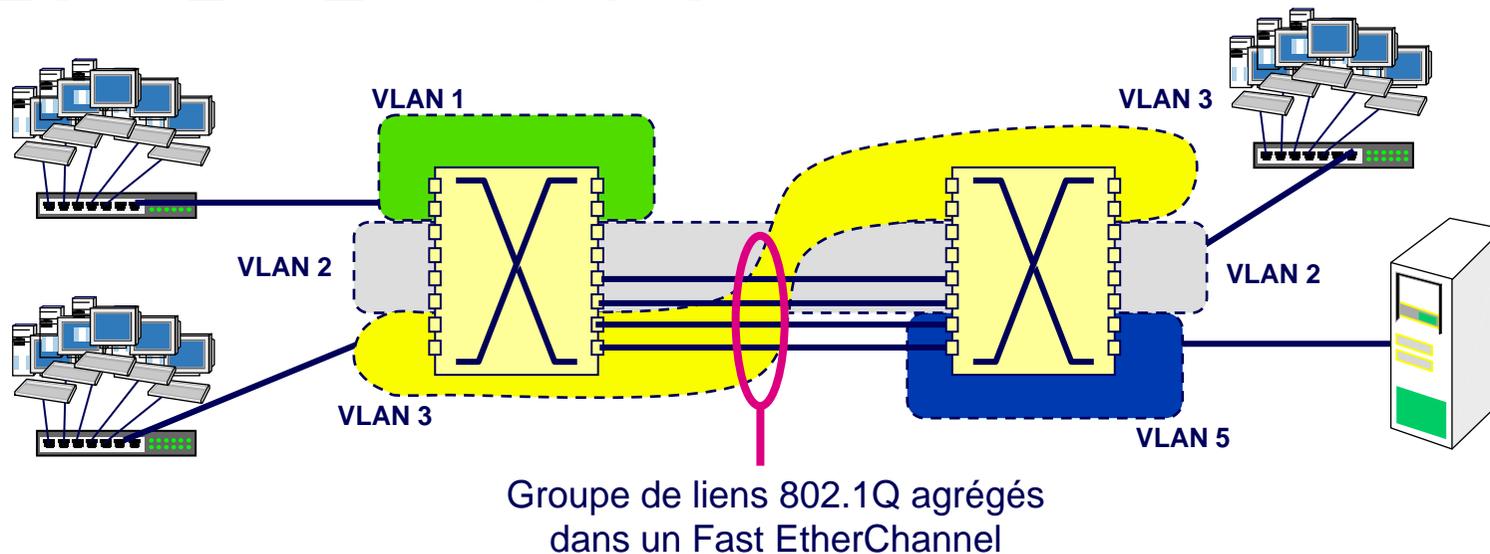
- **Appellation**
  - Ether Channel chez Cisco
  - Trunk chez 3com
  - Agrégation chez HP
- **L'agrégation des liens Ethernet**
  - Utilise deux ou quatre liens haut débit comme lien logique unique
  - Possible en liaison inter-commutateur, ou vers un serveur multi-port

# IEEE 802.3ad: Agrégation des liens



# Cisco : FEC / GEC

- L'ether Chanel permet d'utiliser deux ou quatre liens haut débit inter-commutateur comme lien logique unique
- FEC (Fast EtherChannel) agrège des liens 100BASE-T
  - Autorise un lien jusqu'à 800 Mbps avec 4 x 100BASE-T full-duplex
  - PAgP aide à la configuration automatique d'un ensemble FEC
- GEC (Gigabit EtherChannel) agrège des liens 1000BASE-T



PAgP = Port Aggregation Protocol

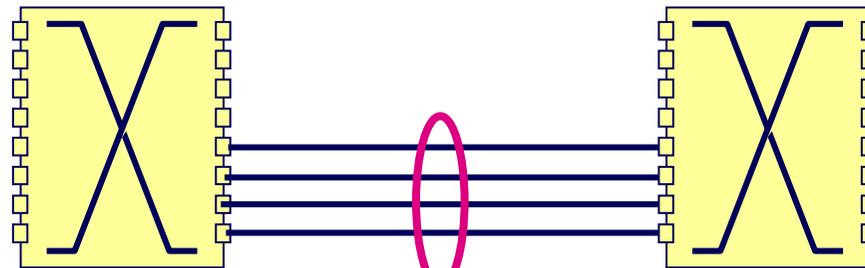
# Avantages de l'agrégation

---

- **Avantages avec une commutation normale de niveau 2**
  - **Plus de débit**
  - **Bande passante évolutive**
    - Deux liens au début et augmentation jusqu'à quatre si besoin
  - **Tolérance aux pannes**
    - Si un lien ou plus est rompu, les autres restent disponibles
- **Avantages avec un protocole de routage équivalent**
  - **Moins de latence**
    - Fonctionne au niveau 2
  - **Moins de configuration nécessaire**
  - **Certains protocoles de routage seulement répartissent la charge à travers des chemins de coûts égaux**

# Conditions requises pour une agrégation

- Possibilité d'associer seulement deux ou quatre ports
- Tous les ports agrégés doivent être
  - Validés
  - Travailler à la même vitesse et dans le même mode duplex
  - Contigus sur le commutateur switch
  - Membres du même VLAN
- Si un des liens au moins est activé
  - Tous les autres liens doivent également être configurés en agrégation
    - Et transporter la même plage de VLAN



1 lien logique avec 4 liaisons physiques

# Notes supplémentaires sur FEC

---

- **Restriction du Hardware**

- Certains commutateurs autorisent un nombre impair de ports
- Toutefois l'utilisation de liens contigus est souvent réclamée
- *Attention* : L'agrégation n'est pas possible avec les VLAN dynamiques donc utilisation de Vlan Statiques de préférence

- **Répartition de charge**

- **Les éléments pris en compte pour la répartition de charge sur les différents liens agrégés**
  - Adresse Mac Source
  - Adresse Mac Destination
- **IOS Cisco**
  - Certaines versions obligent à choisir exclusivement l'adresse source ou bien destination
  - Il est nécessaire dans ce cas de contrôler la matrice de trafic Client/ Serveur

# Répartition de charge

- **Choix des liens basé sur les adresses MAC source et destination des trames**

- **Le commutateur réalise un OU exclusif sur les deux adresses MAC**

- Utilise le bit le moins significatif des adresses sur une association à deux liens
    - Utilise le deuxième bit le moins significatif des adresses sur une association à quatre liens

Hexa :	00	60	8C	B4	41	61
	00	02	B3	11	2F	03
Binaire :	01	10	00	01	01	
	00	00	01	11	11	

Quatre-liens associés = 2  
Deux-liens associés = 0

XOR	0	1
0	0 XOR 0 = 0	0 XOR 1 = 1
1	1 XOR 0 = 1	1 XOR 1 = 0

Choix de retransmission sur une association de deux liens

LS bits XOR'ed	0	1
Use link	0	1

Choix de retransmission sur une association de quatre liens

LS two bits XOR'ed	00	01	10	11
Use link	0	1	2	3



# Plan de la présentation

---

## ■ Présentation des commutateurs CISCO

- Aperçu des commutateurs Catalyst
- Système d'exploitation IOS - CatOS
- Description du fonctionnement

## ■ Configuration des VLAN

- Vlan par port
- Tag 802.1Q

## ■ Agrégation de liens

- Notion de Trunk / Channel
- Rapid Spanning Tree Protocol

## ■ Routage Inter-VLAN

- Routage IP statique
- Routeur externe ou interne



# Nécessité d'une topologie arborescente

---

- **Les topologies de réseaux Ethernet**

- **Ne supportent pas les boucles**

- sinon les équipements se renvoient les trames à l'infini
    - Saturation des hubs, ponts, commutateurs, et des stations/serveurs

- **2 solutions**

- **Soit un câblage arborescent**

- Sa bonne maîtrise impose de verrouiller l'accès aux répartiteurs, armoires de brassage, baie de commutation
    - Le respect d'une documentation parfaitement à jour

- **Soit l'activation du protocole Spanning Tree IEEE 802.1D**

- Les éléments actifs active l'arborescence grâce à un échange de trames STP
    - STP est un protocole issu des ponts, et qui a maintenant évolué pour les switches
    - RSTP et MSTP sont apparus récemment IEEE 802.1w et 802.1s

# 802.1D - STP : Spanning Tree Protocol

---

- **L'initialisation du protocole requiert une phase d'échange de trames BPDU**
  - Comparaison de l'information interne et celles reçues pour détecter la racine en recherchant l'ID Bridge la plus basse
  - ID Bridge = Priorité + @Mac
- **Positionnement du port racine en se basant sur le chemin de plus faible coût vers la nouvelle racine élue**
  - Plusieurs commutateurs sur un segment partagé élisent le commutateur désigné en se basant sur le plus faible coût vers la racine
  - Utilisent l'ID Bridge comme discriminateur
- **Les commutateurs activent les ports désignés pour diffuser les trames BPDU reçues de la racine**
  - renseigne le coût du chemin vers la racine et le coût en aval
  - Le numéro du port, le débit, la priorité sont utilisés comme discriminateur
  - Plusieurs commutateurs sur un segment partagé choisissent un commutateur unique désigné en se basant sur le plus faible coût vers la racine
- **Les commutateurs désactivent les ports non désignés**
  - Chemin en stand-by

BPDU = Bridge Protocol Data Unit

# 802.1T extension system id

- **Le codage de la priorité est modifié ainsi**
  - 4 bits de poids fort pour la priorité
  - 12 bits de poids faible pour le N° de VLAN

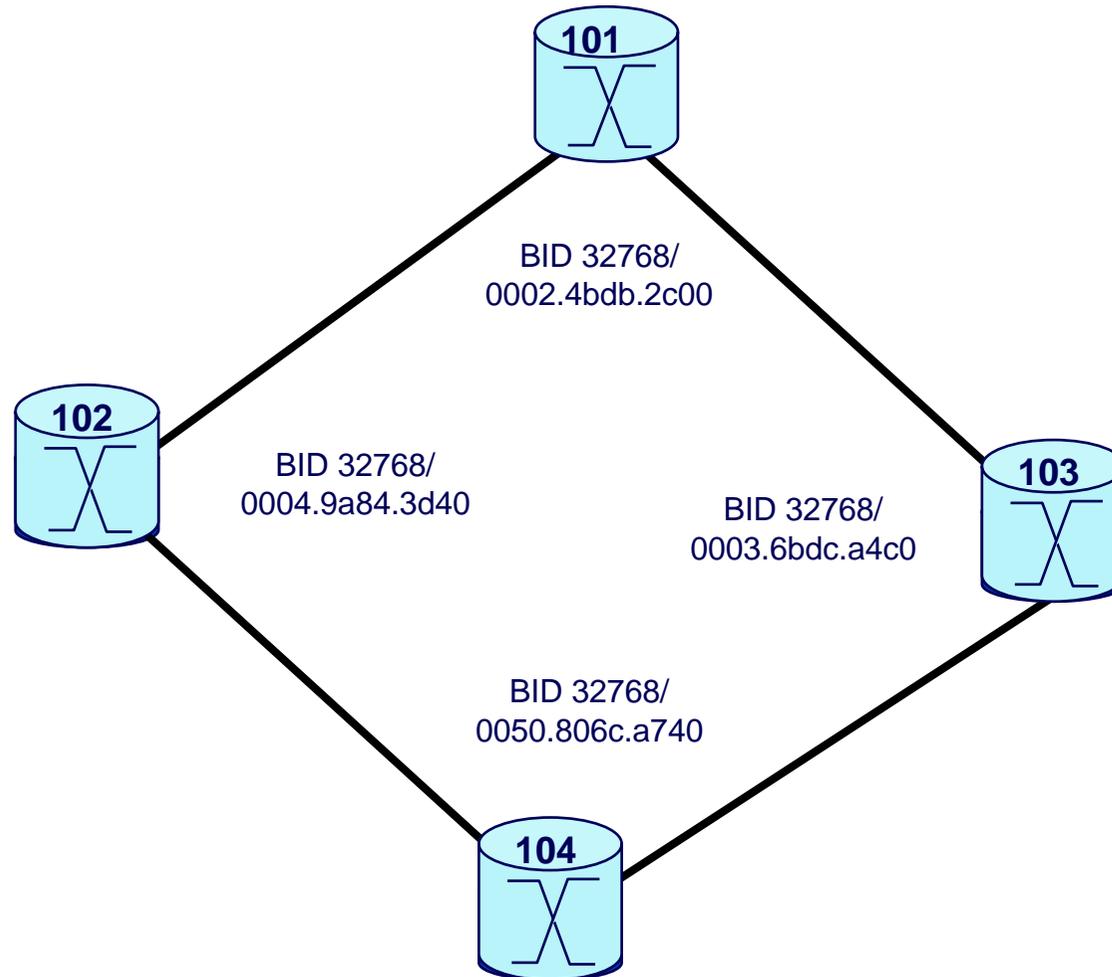
Priority value				Extend System Id											
Bit 16	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1
32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

- **PVST attribue un BID unique par VLAN**
  - Priorité (Prio+Vlan) / adresse Mac allouée

PVST = Per VLAN Spanning Tree

# Exemple STP

---

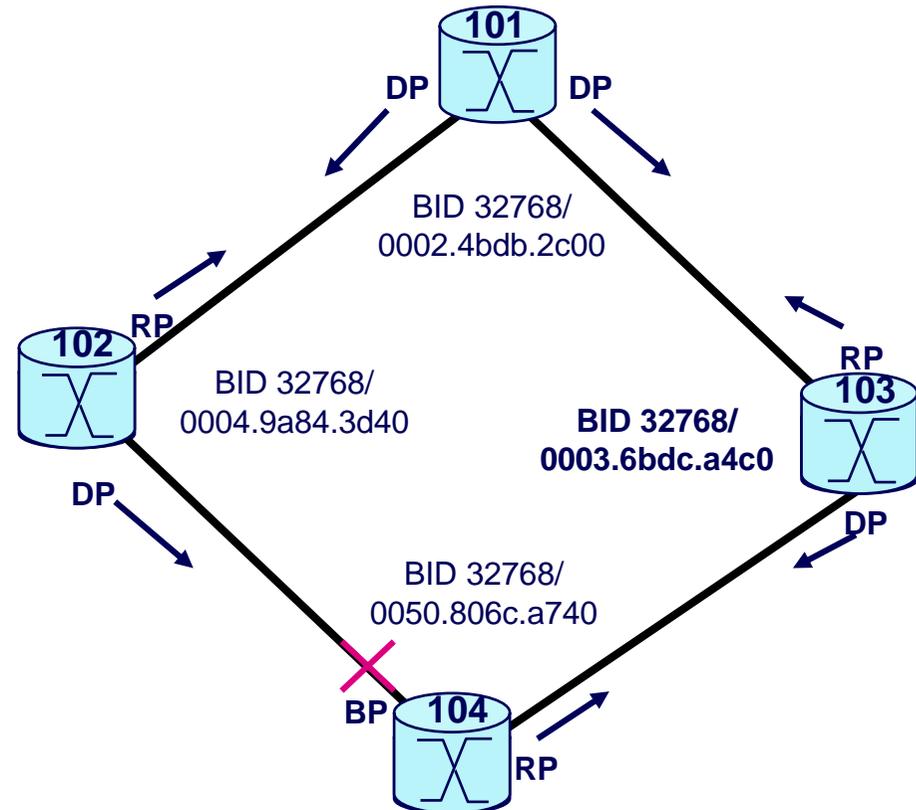
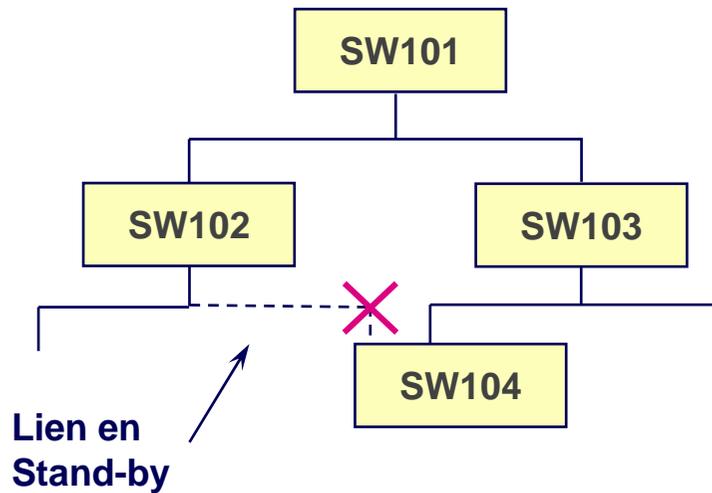


# Exemple STP

Dans notre exemple les ports sont au même débit  
Pour mémoire voici le coût des liens 802.1D

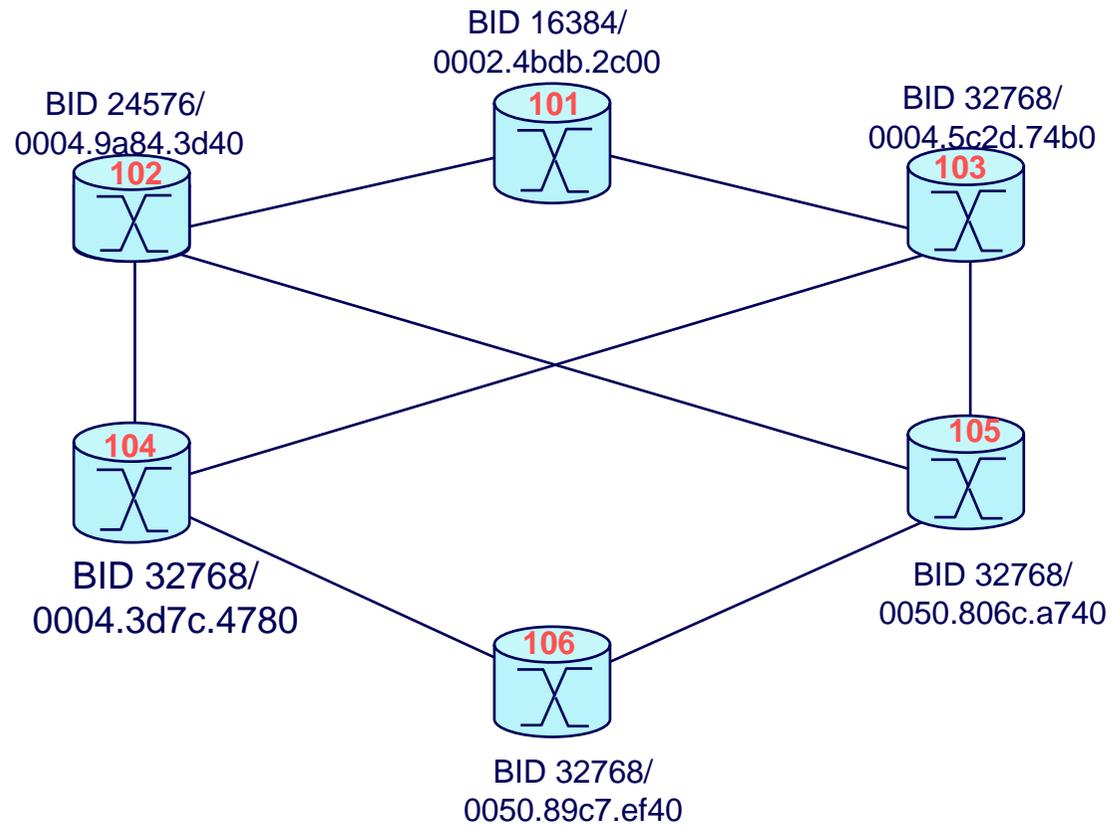
2	10 Gbps
4	1 Gbps
19	100 Mbps
100	10 Mbps

Comparaison BID :  
SW101 < SW103 < SW102 < SW104

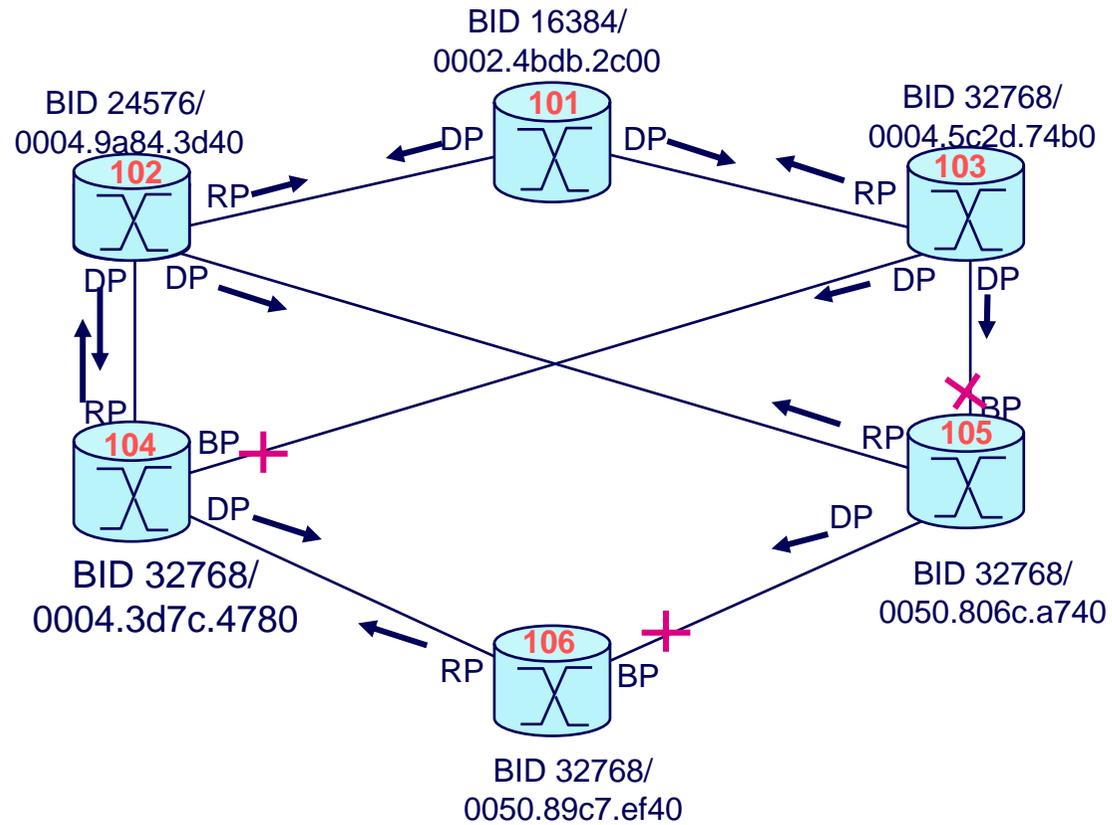


# Exemple STP

---

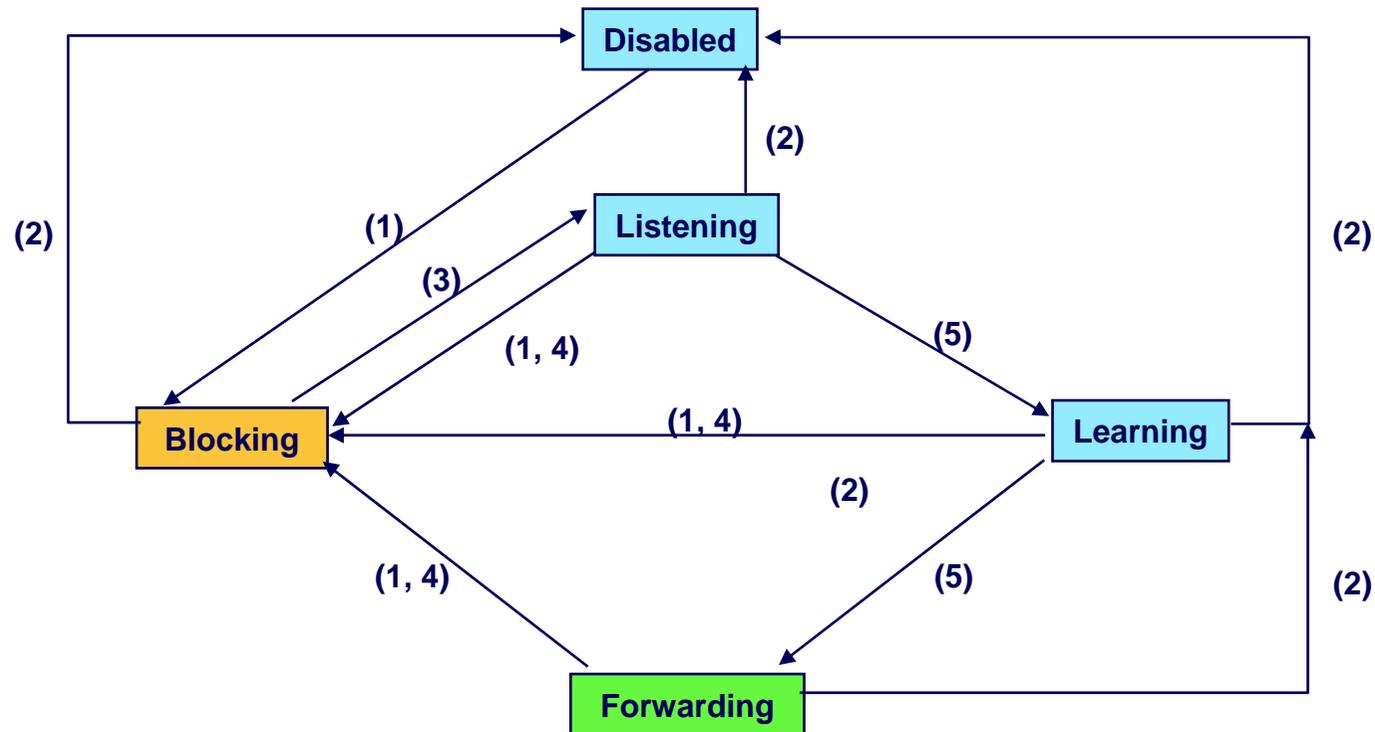


# Exemple STP





# État des ports



Clés :

- (1) Port validé, par gestion ou initialisation
- (2) Port dévalidé, par gestion ou initialisation
- (3) Algorithme sélectionne le port comme désigné ou port racine
- (4) Algorithme désélectionne le port comme désigné ou racine
- (5) Temporisation de retransmission de protocole expirée

# État des ports

---

- **Les ports débutent la configuration Spanning Tree dans l'état Blocking**
  - Reçoit et répond aux requêtes STP
  - Reçoit les BPDUs mais ne les retransmet pas
  - Détruit toutes les trames de données reçues
  - Aucun apprentissage des adresses MAC
- **Les ports dans l'état Listening**
  - Reçoivent et répondent aux requêtes STP
  - Reçoivent, gèrent et émettent des BPDUs
  - Détruisent toutes les trames de données reçues ou à émettre
  - Aucun apprentissage des adresses MAC

# État des ports

---

- **Les ports dans l'état Learning**
  - Reçoivent et répondent aux requêtes STP
  - Reçoivent, gèrent et émettent des BPDU
  - Détruisent toutes les trames de données reçues ou à émettre
  - Étudient les adresses MAC et les entrent dans la table CAM
- **Les ports dans l'état Forwarding**
  - Reçoivent et répondent aux requêtes STP
  - Reçoivent, gèrent et émettent des BPDU
  - Retransmettent toutes les trames reçues et les trames des autres ports
  - Étudient les adresses MAC et les entrent dans la table CAM
- **Les ports dans l'état Disabled**
  - Ont du être dé-validés
  - Ou bien sont coupés par le commutateur à cause d'une panne

# Temporisateurs d'état des ports

---

- La temporisation par défaut est basée sur
  - *Hello Time* de 2 secondes
  - Une distance maximum de sept sauts depuis le commutateur racine
- Cisco recommande de ne changer ces temporisateurs par défaut que si nécessaire

Temporisateur	Valeur/défaut (sec)	Utilité
Aging Time	300	Durée de vie des entrées dans la table
Forward Delay	15	Temps passé dans l'état Listening
Forward Delay	15	Temps passé dans l'état Learning
Max Age	20	Durée de vie du cache C-BPDU depuis le commutateur racine
Hello Time	2	Temporisateur de C-BPDU du commutateur racine

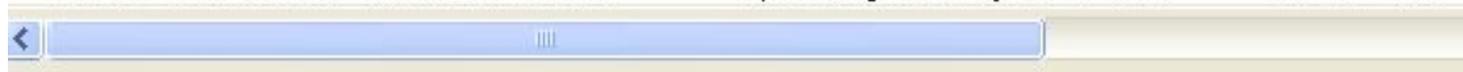
# STP

- ⊕ Frame 16151 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)
- ⊖ IEEE 802.3 Ethernet
  - Destination: 01:80:c2:00:00:00 (Spanning-tree-(for-bridges)\_00)
  - Source: 00:03:6b:dc:a4:c6 (Cisco\_dc:a4:c6)
  - Length: 38
  - Trailer: 000000000000000000
- ⊖ Logical-Link Control
  - DSAP: Spanning Tree BPDU (0x42)
  - IG Bit: Individual
  - SSAP: Spanning Tree BPDU (0x42)
  - CR Bit: Command
- ⊕ Control field: U, func=UI (0x03)
- ⊖ Spanning Tree Protocol
  - Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  - Protocol Version Identifier: Spanning Tree (0)
  - BPDU Type: Configuration (0x00)
  - ⊖ BPDU flags: 0x00
    - 0... .... = Topology Change Acknowledgment: No
    - .... ...0 = Topology Change: No
  - Root Identifier: 16384 / 00:02:4b:db:2c:00
  - Root Path Cost: 19
  - Bridge Identifier: 32768 / 00:03:6b:dc:a4:c0
  - Port identifier: 0x8012
  - Message Age: 1
  - Max Age: 20
  - Hello Time: 2
  - Forward Delay: 15

```
0000 01 80 c2 00 00 00 00 03 6b dc a4 c6 00 26 42 42 ..... k....&BB
0010 03 00 00 00 00 00 40 00 00 02 4b db 2c 00 00 00 .....@. ..K.,...
0020 00 13 80 00 00 03 6b dc a4 c0 80 12 01 00 14 00 .....k. ....
0030 02 00 0f 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... .....
```

# STP

```
16504 4119.239921 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. Root :
16509 4121.240486 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. Root :
16510 4123.242690 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. Root :
16511 4125.241290 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. TC + F
16518 4127.241129 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. TC + F
16524 4129.241338 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. TC + F
16528 4131.244210 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. TC + F
16533 4133.246042 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. TC + F
16538 4135.246205 Cisco_dc:a4:c6 Spanning-tree-(for-br STP Conf. TC + F
```



```
+ Frame 16511 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)
+ IEEE 802.3 Ethernet
+ 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)
  0... .... = Topology Change Acknowledgment: No
  .... ...1 = Topology Change: Yes
  Root Identifier: 16384 / 00:02:4b:db:2c:00
  Root Path Cost: 19
  Bridge Identifier: 36684 / 00:03:6b:dc:a4:c0
  Port identifier: 0x8012
  Message Age: 1
  Max Age: 20
  Hello Time: 2
  Forward Delay: 15
```

```
0000 01 80 c2 00 00 00 03 6b dc a4 c6 00 26 42 42 ..... k.....&BB
0010 03 00 00 00 00 01 40 00 00 02 4b db 2c 00 00 00 .....@. ..K.,...
0020 00 13 8f 4c 00 03 6b dc a4 c0 80 12 01 00 14 00 ...L..k. ....
0030 02 00 0f 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... .....
```

# 802.1w - RSTP Rapid Spanning Tree Protocol

---

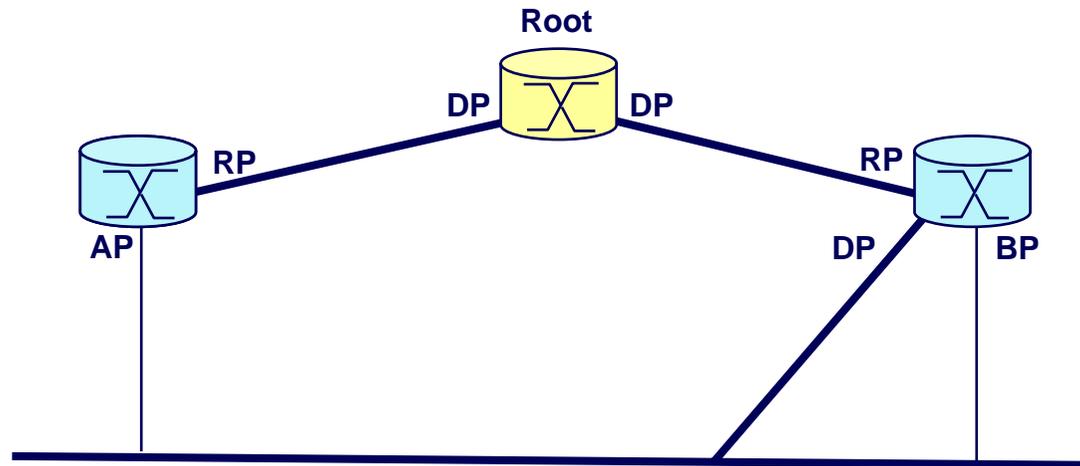
- **Évolution du protocole Spanning Tree**

- Le STP conforme au standard 802.1D avait défini 5 états
- Le RSTP conforme au standard 802.1w simplifie et accélère la mise en œuvre d'un chemin arborescent en limitant le nombre d'états

<b>802.1D</b>	<b>802.1w</b>	<b>Port inclus dans topologie RSTP</b>	<b>Apprentissage des @ Mac</b>
<b>Disabled</b>	<b>Discarding</b>	Non	Non
<b>Blocking</b>	<b>Discarding</b>	Non	Non
<b>Listening</b>	<b>Discarding</b>	Non	Non
<b>Learning</b>	<b>Learning</b>	Non	Oui
<b>Forwarding</b>	<b>Forwarding</b>	Oui	Oui

# Rapid Spanning Tree Protocol

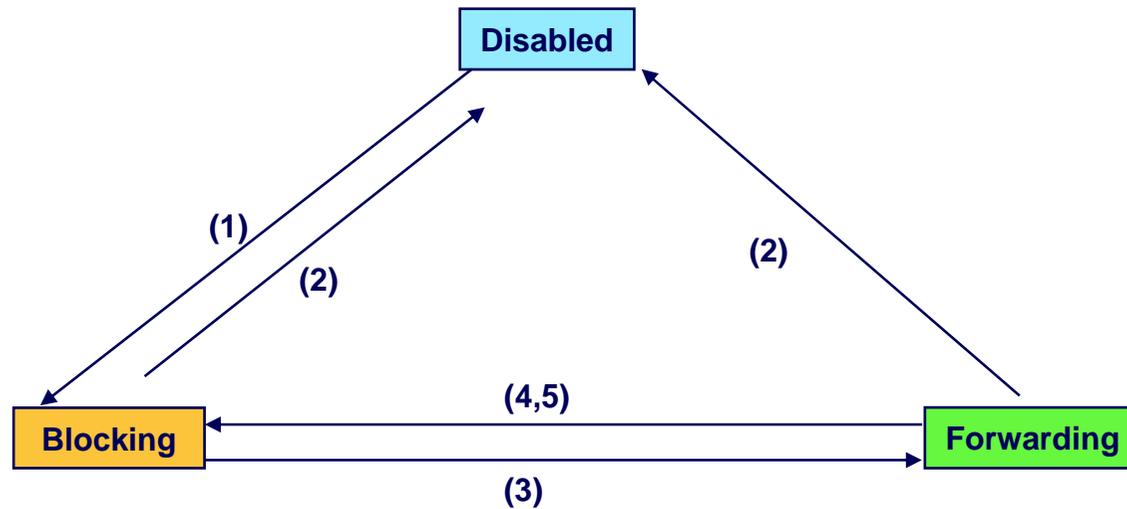
---



RP = root port  
DP = designated port  
BP = backup port  
AP = alternate port

# État des ports Rapid Spanning Tree Protocol

---



Clés :

- (1) Port validé, par gestion ou initialisation
- (2) Port dévalidé, par gestion ou initialisation
- (3) Algorithme sélectionne le port comme désigné ou port racine
- (4) Algorithme désélectionne le port comme désigné ou racine
- (5) Temporisation Fast aging expirée

# Rôle des ports Rapid Spanning Tree Protocol

---

- **Le rôle est maintenant une variable assignée aux ports**
  - **Root port**
    - Le port qui reçoit le meilleur BPDU est le Root Port
    - C'est le port le plus proche de la racine
  - **Designated ports**
    - Il émet le meilleur BPDU sur le segment sur lequel il est connecté
    - Sur chaque segment, un seul port désigné indique le chemin vers la racine
    - L'écoute et la comparaison des BPDU permet de choisir le port désigné
  - **Alternate port**
    - Port recevant de meilleurs BPDU d'un autre équipement
  - **Backup port**
    - Port recevant de meilleurs BPDU d'un autre port du même équipement

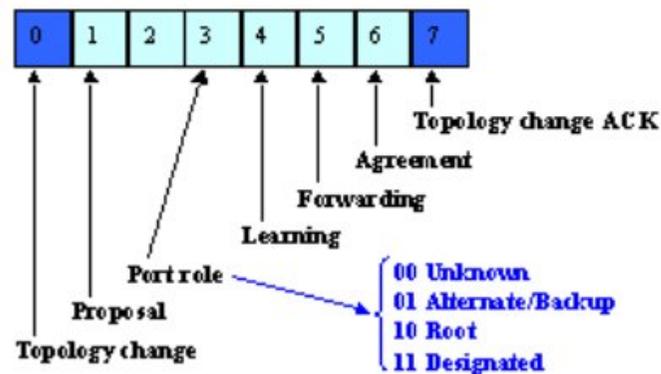
# État des ports Rapid Spanning Tree Protocol

---

- **L'émission de BPDU est utilisée comme mécanisme « Keep Alive »**
  - **Les ports dans l'état Learning**
    - Reçoivent et répondent aux requêtes STP
    - Reçoivent, gèrent et émettent des BPDU
    - Détruisent toutes les trames de données reçues ou à émettre
    - Étudient les adresses MAC et les entrent dans la table CAM
  - **Les ports dans l'état Forwarding**
    - Reçoivent et répondent aux requêtes STP
    - Reçoivent, gèrent et émettent des BPDU
    - Retransmettent toutes les trames de données
    - Étudient les adresses MAC et les entre dans la table CAM
  - **Les ports dans l'état Disabled**
    - Ont du être dévalidés
    - Ou bien sont coupés par le commutateur à cause d'une panne

# Détails de la trame 802.1w RSTP

- Chaque équipement émet une trame RSTP tous les « hello-time »
  - En STP c'est la racine qui gère les annonces
    - Elle donne le tempo, les autres équipements relaie la trame dès réception
  - Détection d'anomalie avec un mécanisme de type « Keep Alive »
    - Si non réception de 3 « hello » consécutifs d'un voisin
- La trame RSTP a évoluée
  - RSTP correspond à la version 2 de STP
  - Elle dispose d'un codage permettant de spécifier le rôle et l'état du port transmettant la trame RSTP
  - Supporte le mécanisme Proposal/Agreement



# 802.1w - RSTP

```
[-] IEEE 802.3 Ethernet
    Destination: 01:80:c2:00:00:00 (Spanning-tree-(for-bridges)_00)
    Source: 00:0e:83:dc:e1:07 (Cisco_dc:e1:07)
    Length: 39
    Trailer: 0000000000000000

[-] Logical-Link Control
    DSAP: Spanning Tree BPDU (0x42)
    IS Bit: Individual
    SSAP: Spanning Tree BPDU (0x42)
    CR Bit: Command
    [+ Control field: U, func=UI (0x03)

[-] Spanning Tree Protocol
    Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
    Protocol Version Identifier: Rapid Spanning Tree (2)
    BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)
    [-] BPDU flags: 0x3c (Forwarding, Learning, Port Role: Designated)
        0... .. = Topology Change Acknowledgment: No
        .0.. .. = Agreement: No
        ..1. .... = Forwarding: Yes
        ....1 .... = Learning: Yes
        .... 11.. = Port Role: Designated (3)
        .... ..0. = Proposal: No
        .... ...0 = Topology Change: No
    Root Identifier: 16384 / 00:02:4b:db:2c:00
    Root Path Cost: 19
    Bridge Identifier: 32769 / 00:0e:83:dc:e1:00
    Port identifier: 0x8007
    Message Age: 1
    Max Age: 20
    Hello Time: 2
    Forward Delay: 15
```

# Temporisateurs d'état des ports

---

- La temporisation par défaut est basée sur
  - *Hello Time* de 2 secondes

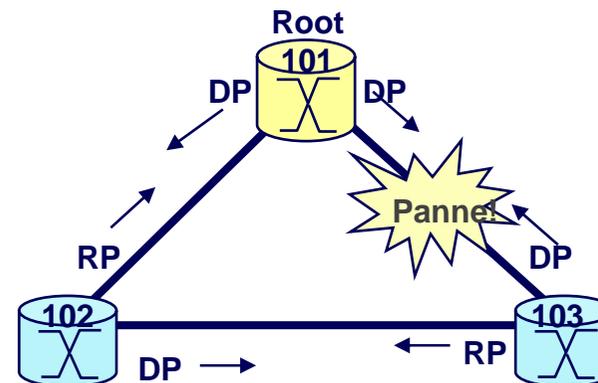
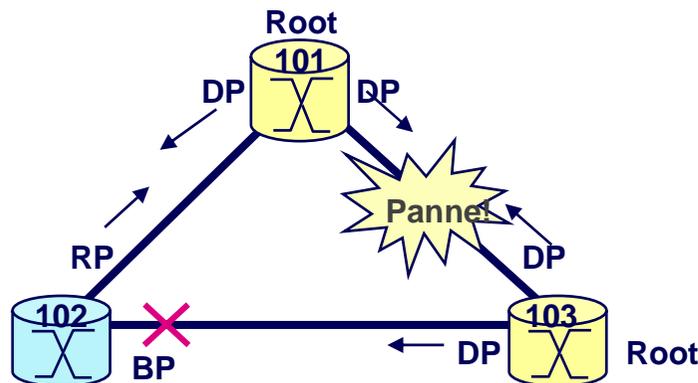
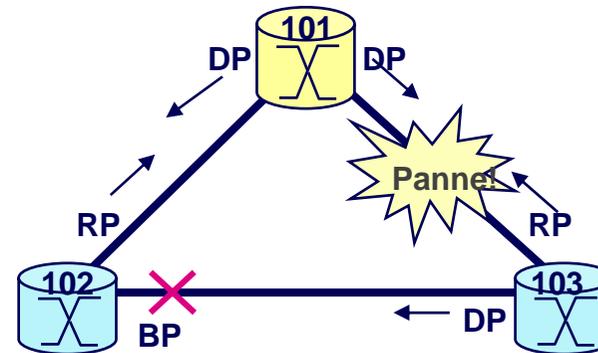
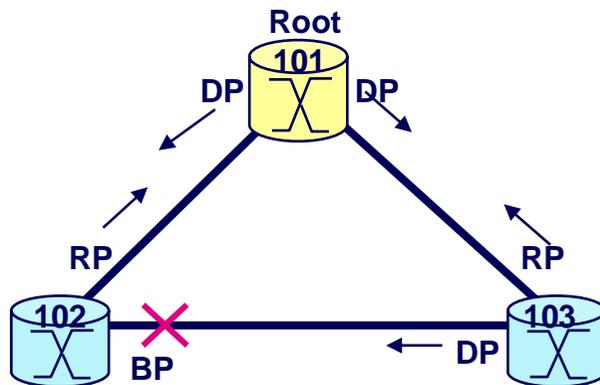
Temporisateur	Valeur/défaut (sec)	Utilité
Aging Time	300	Durée de vie des entrées dans la table
Max Age	6	Si perte de 3 messages hello alors reconfiguration immédiate de l'arborescence
Hello Time	2	Temporisateur de C-BPDU du commutateur racine

# 802.1w - RSTP : Rapidité de la convergence

- Plusieurs mécanismes accélèrent la convergence du RSTP

- Acceptation des BPDU inférieurs

- Si un bridge reçoit un BID inférieur d'un port racine ou désigné
- Il l'accepte et remplace immédiatement l'ancien
- BID SW101 < SW103 < SW102



# RSTP : Rapidité de transition en état passant

---

- **Définitions des ports**

- **Edge port**

- Un port sur lequel est connecté une station ou un serveur
    - Ici pas de boucle STP possible, donc il bascule immédiatement en mode passant
    - Pas de génération de BPDU sur ce type de port
    - Si réception d'un BPDU le port perd l'état Edge et devient un port normal STP

- **Point to Point Link port**

- Un port sur lequel le mode full duplex est détecté
    - Port candidat à la transition rapide en état passant

- **Mécanisme Proposal /Agreement**

- **L'objectif est de ne plus bloquer l'arborescence avec des temporisations**

- Une extrémité d'une liaison soumet une proposition
    - L'autre extrémité réagit par un agrément

- **La topologie peut ainsi évoluer rapidement de proche en proche**

- Plus besoin de temporisation égale à 2 x forward delay

# Proposal/Agreement

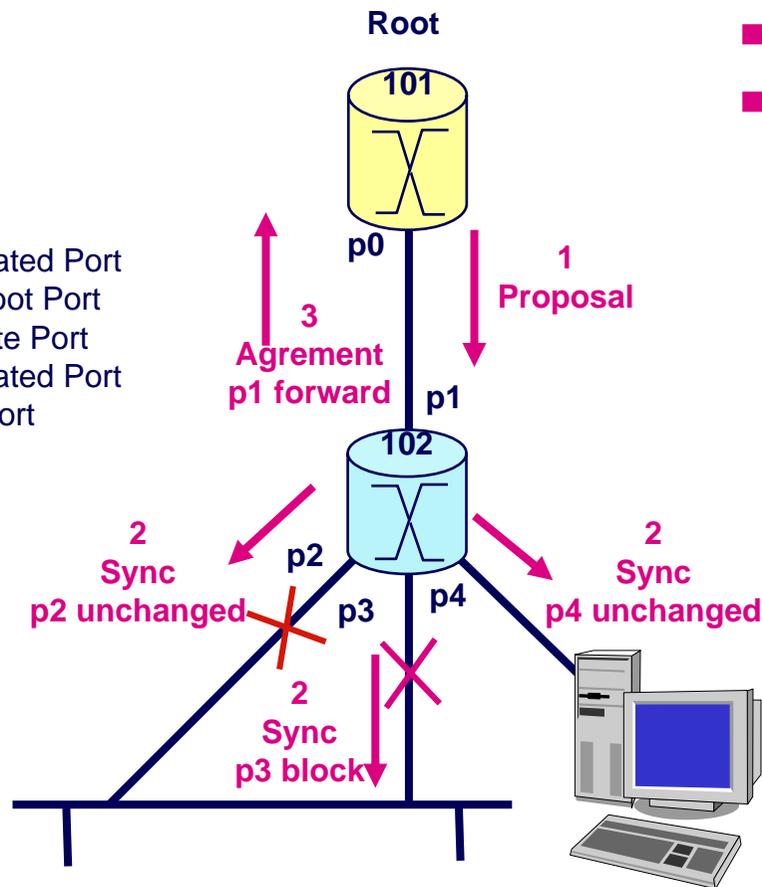
- Quand un port a été choisi pour devenir Designated Port:

- Attente 2x forward delay en STP

- Action Proposal/Agreement en RSTP

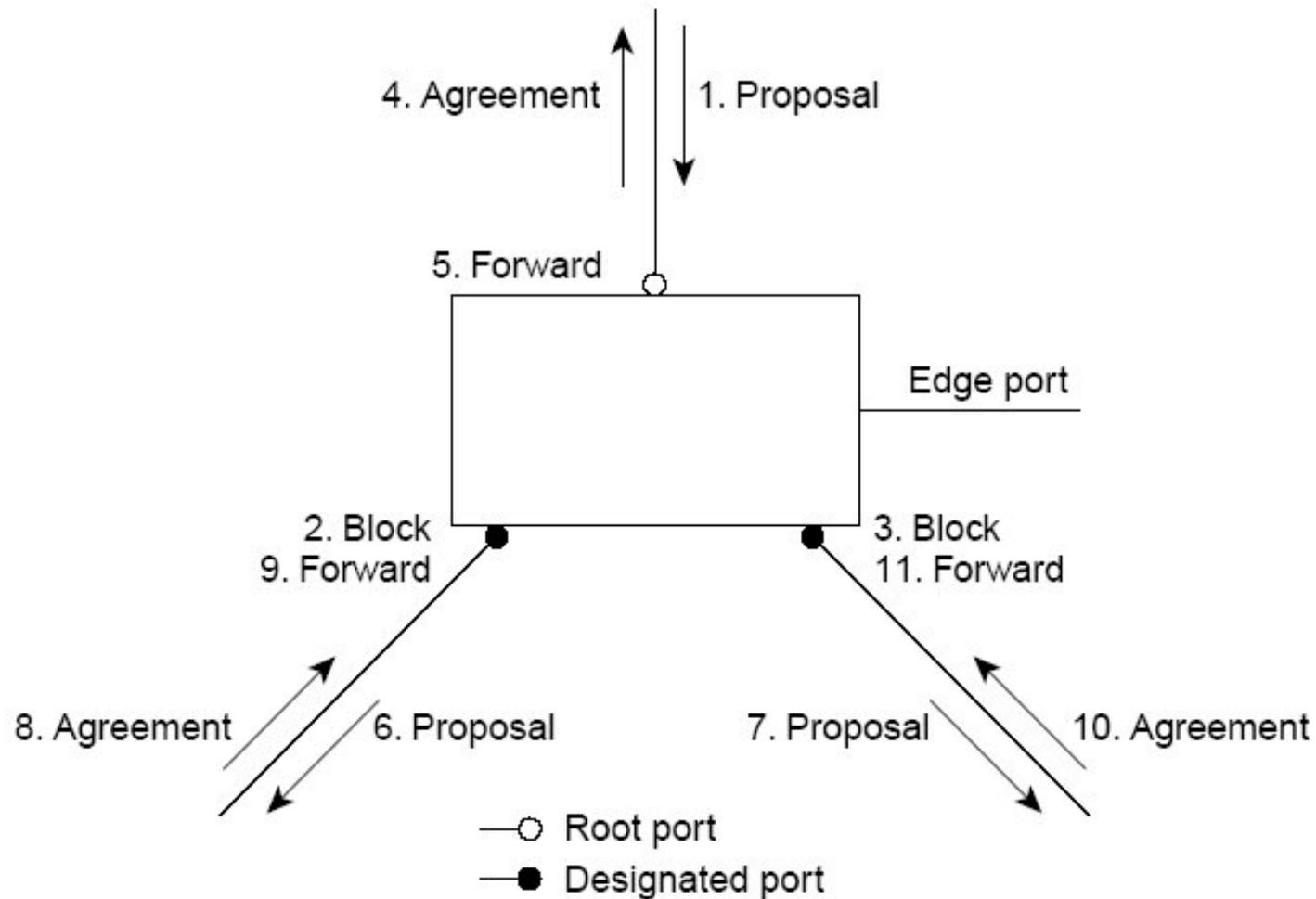
- p0 et p1 Designated Port Rôle + Blocking, échange de BPDU
- SW102 reçoit un BID inférieur sur p1
- SW102 envoie un Sync sur tous les autres ports
- p2 et p3 sont bloqués
- p4 reste passant, car c'est un edge port
- SW102 réponds au Proposal par un Agreement, p1 devient Root Port
- SW102 envoie un Proposal sur les ports p2 et p3
- Et ainsi de suite

p0 : Designated Port  
p1 : New Root Port  
p2 : Alternate Port  
p3 : Designated Port  
p4 : Edge Port



# Proposal/Agreement

*Sequence of Events During Rapid Convergence*



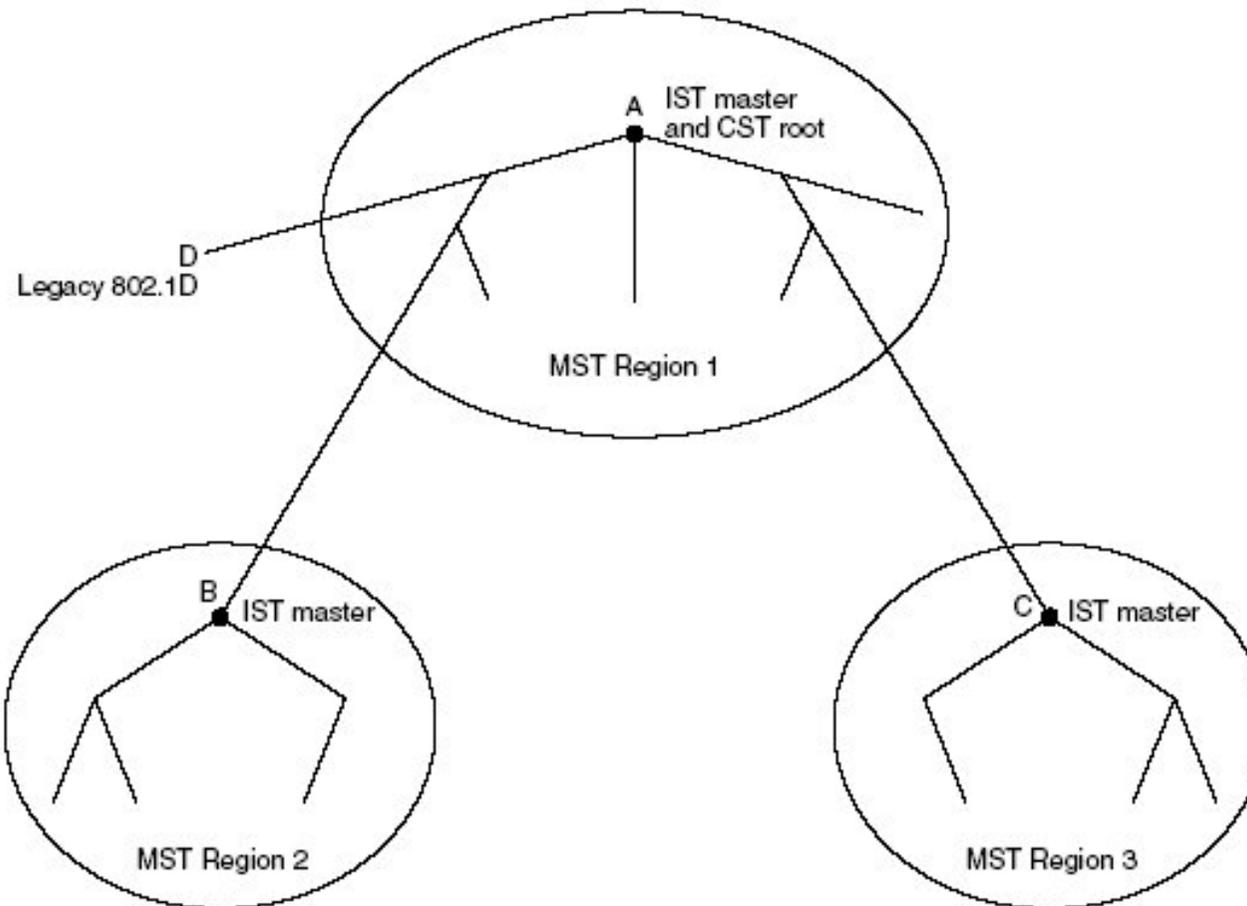
# 802.1s - MSTP : Multiple Spanning Tree Protocol

---

- **Autorise plusieurs VLAN à participer à la même instance STP**
  - Réduit la charge CPU dans les commutateurs
  - Autorise la répartition de charge sur plusieurs chemins
  - Solution idéale pour le réseau de distribution ou le backbone
- **Les commutateurs sont regroupés en régions**
  - Chaque région dispose d'un IST (Internal ST)
  - Les régions sont interconnectées entre elles par un CST (Common & IST)
- **IST : Internal Spanning Tree**
  - Lorsque l'IST converge, la racine devient l' «IST master»:
    - IST Master : coût vers la racine du CST et BID le plus bas de la région
    - Devient CST master si une seule région active
- **CIST: Common and Internal Spanning tree**
  - Regroupement de tous les IST
  - Maintien d'un CST interconnectant toutes les régions et les STP indépendants

# Arborescence MSTP

---



# Adresses MAC

---

```
Switch> show mac-address-table
```

```
Dynamic Addresses Count:          9
Secure Addresses (User-defined) Count: 0
Static Addresses (User-defined) Count: 0
System Self Addresses Count:      41
Total MAC addresses:              50
```

```
Non-static Address Table:
```

Destination Address	Address Type	VLAN	Destination Port
0010.0de0.e289	Dynamic	1	FastEthernet0/1
0010.7b00.1540	Dynamic	2	FastEthernet0/5
0010.7b00.1545	Dynamic	2	FastEthernet0/5
0060.5cf4.0076	Dynamic	1	FastEthernet0/1
0060.5cf4.0077	Dynamic	1	FastEthernet0/1
0060.5cf4.1315	Dynamic	1	FastEthernet0/1
0060.70cb.f301	Dynamic	1	FastEthernet0/1
00e0.1e42.9978	Dynamic	1	FastEthernet0/1
00e0.1e9f.3900	Dynamic	1	FastEthernet0/1

# Spanning-tree

---

```
Switch# show spanning-tree active
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```
Root ID      Priority    32768
Address      0001.4297.e000
Cost         57
Port         1 (GigabitEthernet0/1)
Hello Time   2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID   Priority    32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address     0002.4b29.7a00
Hello Time  2 sec    Max Age 20 sec    Forward Delay 15 sec
Aging Time 300
```

Interface Name	Port ID Prio.Nbr	Cost	Sts	Designated Cost	Bridge ID	Port ID Prio.Nbr
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Gi0/1	128.1	19	FWD	38 32768	0030.9441.62c1	128.25
Gi0/2	128.2	19	FWD	57 32769	0002.4b29.7a00	128.2
Pol	128.65	19	FWD	57 32769	0002.4b29.7a00	128.65

# Spanning-tree

---

```
Switch> show spanning-tree detail
```

```
VLAN0001 is executing the ieee compatible Spanning Tree protocol
Bridge Identifier has priority 32768, sysid 1, address 0002.4b29.7a00
Configured hello time 2, max age 20, forward delay 15
Current root has priority 32768, address 0001.4297.e000
Root port is 1 (GigabitEthernet0/1), cost of root path is 57
Topology change flag not set, detected flag not set
Number of topology changes 2 last change occurred 2d18h ago
    from Port-channell
Times: hold 1, topology change 35, notification 2
    hello 2, max age 20, forward delay 15
Timers: hello 0, topology change 0, notification 0, aging 300

Port 1 (GigabitEthernet0/1) of VLAN0001 is forwarding
Port path cost 19, Port priority 128, Port Identifier 128.1.
Designated root has priority 32768, address 0001.4297.e000
Designated bridge has priority 32768, address 0030.9441.62c1
Designated port id is 128.25, designated path cost 38
Timers: message age 4, forward delay 0, hold 0
Number of transitions to forwarding state: 1
BPDU: sent 2, received 120638
```

# Sh vlan

---

```
Switch> show vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

# Exemple de fichier de configuration

---

```
version 12.0
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password-encryption
!
hostname sw101
!
enable secret 5 $1$pDhy$KgzQk5FFxqMxKatnfTDGL/
!
spanning-tree uplinkfast
ip subnet-zero
!
!
interface FastEthernet0/1
 description Lien principal vers switch
 distribution
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport trunk allowed vlan 1,100,1001-1005
  switchport mode trunk
  spanning-tree vlan 100 cost 19
!
 interface FastEthernet0/2
  description Lien secondaire vers switch
 distribution
!
 interface FastEthernet0/3
  shutdown
!
... 05/09/2005
```

```
...
interface FastEthernet0/12
 description Station PC delta
 switchport access vlan 100
 spanning-tree portfast
!
interface VLAN1
 ip address 172.16.101.1 255.255.240.0
 no ip directed-broadcast
 no ip route-cache
!
ip default-gateway 172.16.100.100
snmp-server engineID local
0000000902000004C09F0540
snmp-server community public RO
snmp-server community private RW
!
line con 0
 password bonjour
 login
 transport input none
 stopbits 1
line vty 0 4
 password bonjour
 login
line vty 5 15
 password bonjour
 login
!
end
```



# Plan de la présentation

---

## ■ Présentation des commutateurs CISCO

- Aperçu des commutateurs Catalyst
- Système d'exploitation IOS - CatOS
- Description du fonctionnement

## ■ Configuration des VLAN

- Vlan par port
- Tag 802.1Q

## ■ Agrégation de liens

- Notion de Trunk / Channel
- Rapid Spanning Tree Protocol

## ■ Routage Inter-VLAN



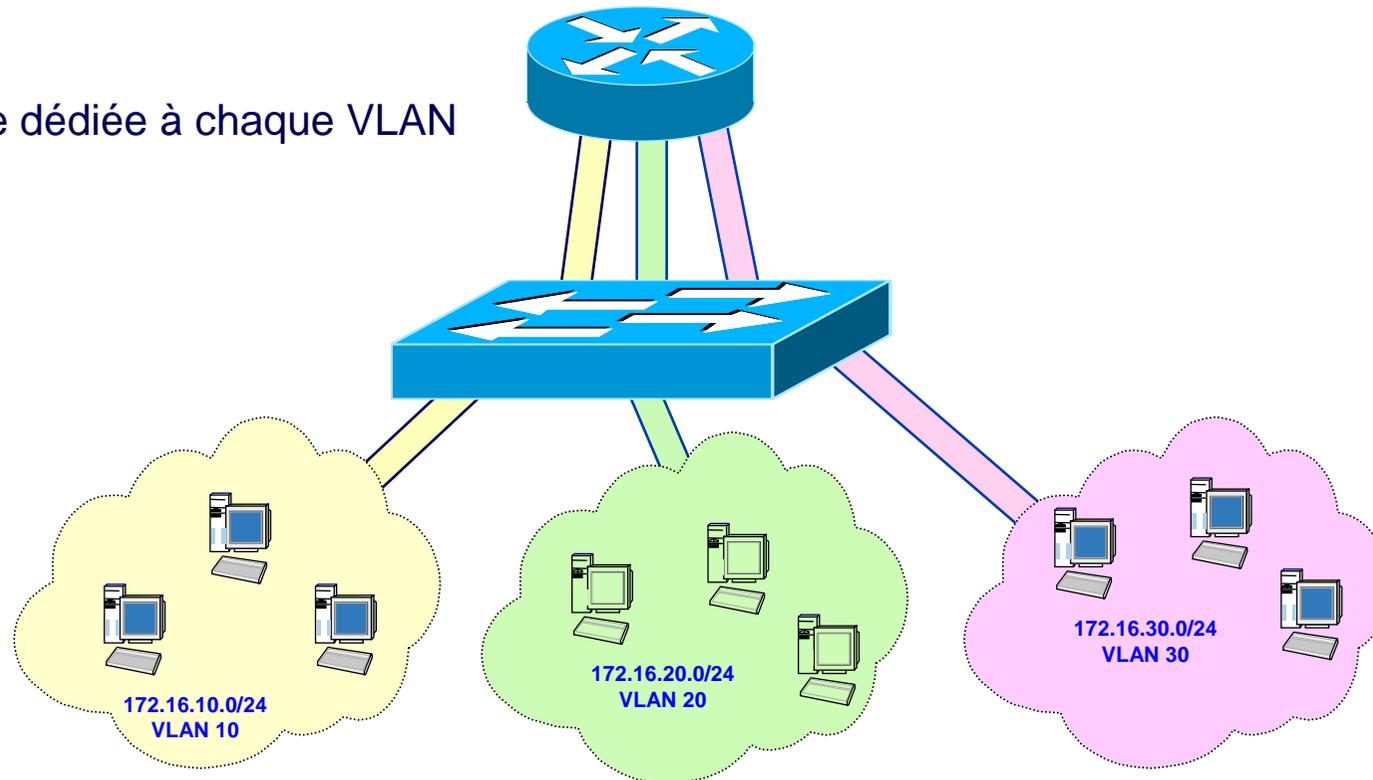
- Routage IP statique
- Routeur externe ou interne



# Routeur traditionnel externe au commutateur

---

Une interface dédiée à chaque VLAN



# Routage avec un routeur externe au commutateur

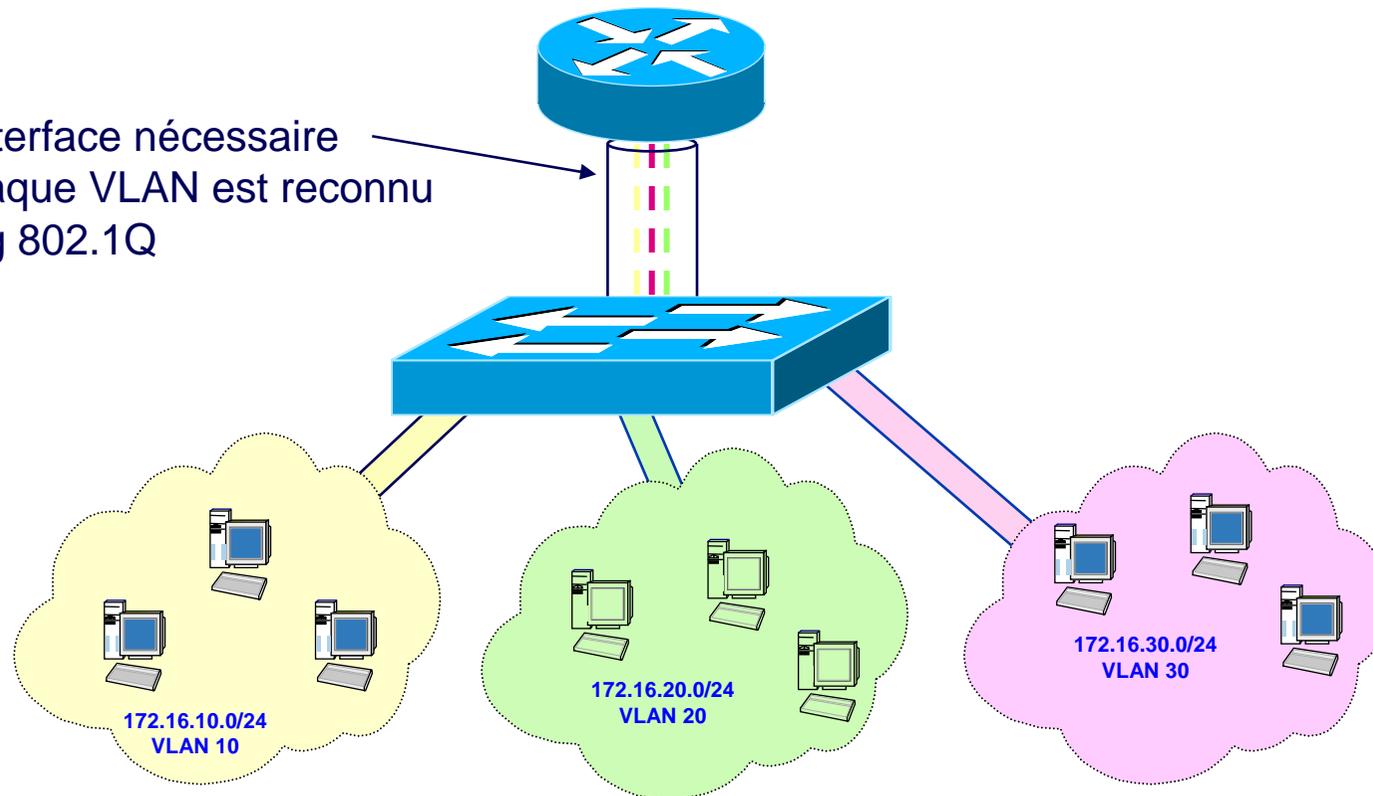
---

```
!  
interface FastEthernet 0/0  
  ip address 172.16.10.254 255.255.255.0  
  no shutdown  
!  
interface FastEthernet 0/1  
  ip address 172.16.20.254 255.255.255.0  
  no shutdown  
!  
interface FastEthernet 0/2  
  ip address 172.16.30.254 255.255.255.0  
  no shutdown  
!  
router rip  
  network 172.16.10.0  
  network 172.16.20.0  
  network 172.16.30.0  
  no auto-summary  
!
```

# Encapsulation 802.1Q

---

Une seule interface nécessaire  
le flux de chaque VLAN est reconnu  
grâce au Tag 802.1Q



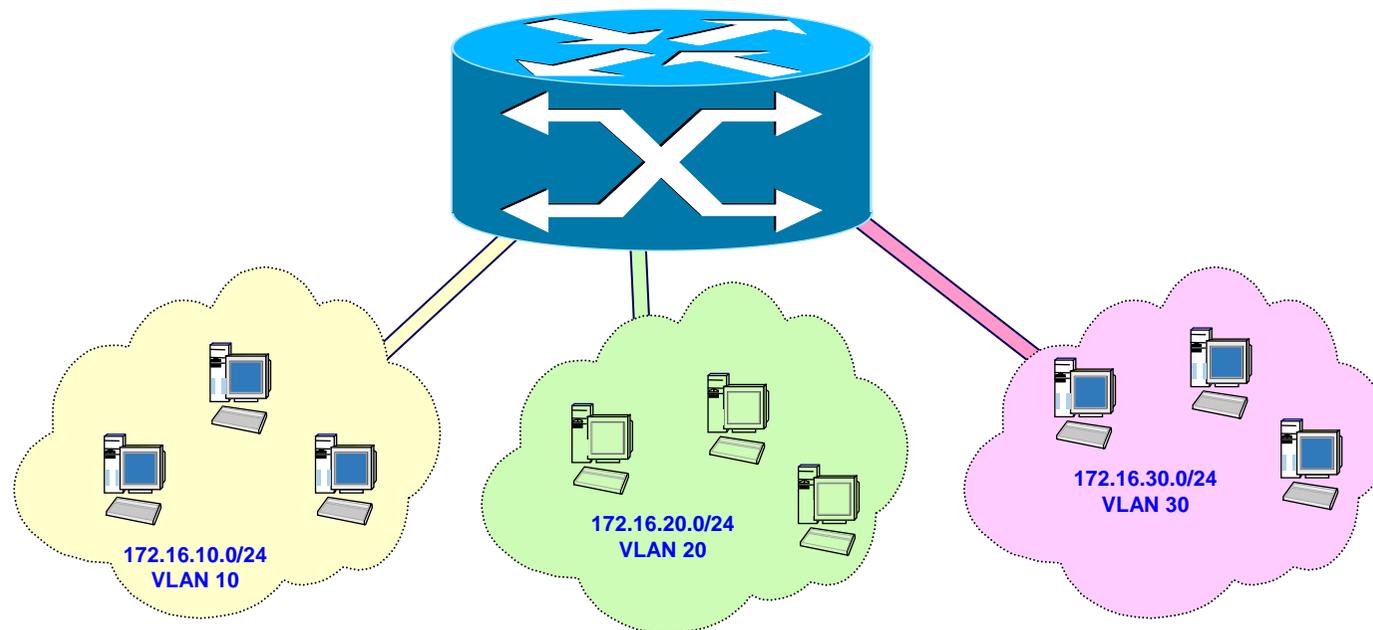
# 802.1Q sur un routeur externe

---

```
!  
interface FastEthernet 0/1  
  speed 100  
  duplex full  
!  
interface FastEthernet 0/1.1  
  encapsulation dot1q 1  
  ip address 172.16.0.254 255.255.255.0  
  no shutdown  
!  
interface FastEthernet 0/1.10  
  encapsulation dot1q 10  
  ip address 172.16.10.254 255.255.255.0  
  no shutdown  
!  
interface FastEthernet 0/1.20  
  encapsulation dot1q 20  
  ip address 172.16.20.254 255.255.255.0  
  no shutdown  
!  
interface FastEthernet 0/1.30  
  encapsulation dot1q 30  
  ip address 172.16.30.254 255.255.255.0  
  no shutdown  
!  
router rip  
  network 172.16.0.0  
  network 172.16.10.0  
  network 172.16.20.0  
  network 172.16.30.0  
  no auto-summary  
!
```

# Routage interne au commutateur

---



# Routage interne dans un commutateur

---

```
ip routing
!
interface Vlan1
 ip address 172.16.0.254 255.255.255.0
 no shutdown
!
interface Vlan10
 ip address 172.16.10.254 255.255.255.0
 no shutdown
!
interface Vlan20
 ip address 172.16.20.254 255.255.255.0
 no shutdown
!
interface Vlan30
 ip address 172.16.30.254 255.255.255.0
 no shutdown

router rip
 network 172.16.0.0
 network 172.16.10.0
 network 172.16.20.0
 network 172.16.30.0
 no auto-summary
!
```

# Quelle solution ?

	Solutions externes		Solutions internes
	Liens multiples	Trunk 802.1Q	Commutation/routage intégrée
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approche simplifiée</li> <li>• Pas besoin d'équipement haut-débit</li> <li>• Les liens multiples facilitent la répartition de charge</li> <li>• Utilisation d'équipement existant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solution moins onéreuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus flexible</li> <li>• Peut être de très haute performance (x10/100)</li> <li>• Conformité aux standards</li> <li>• Pas de délai d'entrée sortie</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Délai entrée/sortie</li> <li>• Délai de retransmission supplémentaire</li> <li>• Le coût des interfaces routeurs est supérieur à celui des commutateurs</li> <li>• Extension limitée car des liens séparés sont requis pour chaque VLAN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Délai entrée/sortie</li> <li>• Délai de retransmission supplémentaire</li> <li>• Un seul lien peut devenir un goulot d'étranglement</li> <li>• Nécessite des interfaces Fast Ethernet</li> <li>• Agrégation conseillée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La solution la plus onéreuse</li> </ul>

---

*Are you ready ?*

**CISCO SYSTEMS**

