

# Cours Réseaux :

## Commutation & Routage

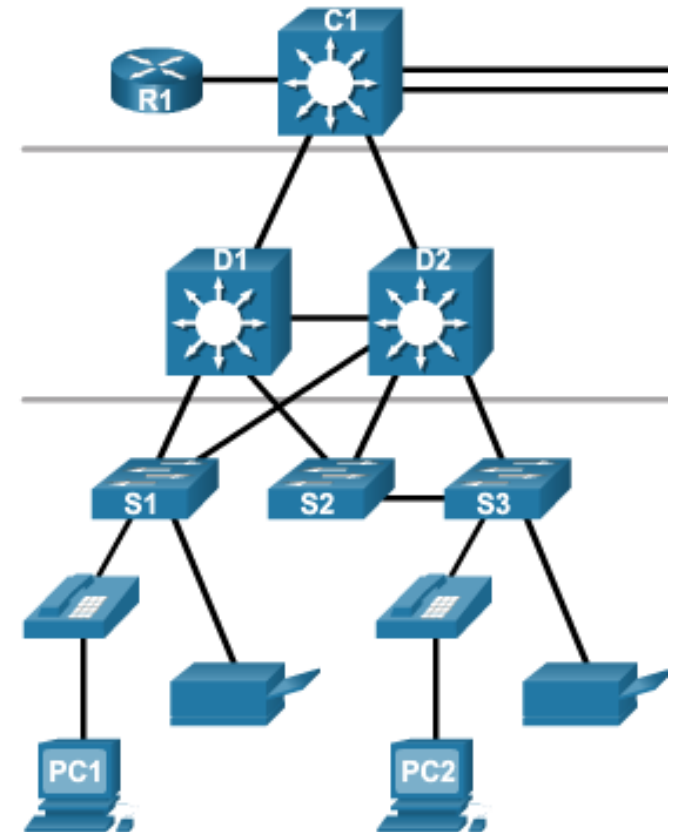
Ecole Supérieure des communications de Tunis, Sup'Com

# Les réseaux commutés

## Réseaux commutés

# Le rôle des réseaux commutés

- ✓ Les technologies de commutation sont primordiales pour la conception de votre réseau.
- ✓ La commutation permet d'envoyer le trafic uniquement où cela est nécessaire dans la plupart des cas, par le biais de méthodes rapides.
- ✓ Un LAN commuté :
  - renforce la flexibilité ;
  - améliore la gestion du trafic ;
  - prend en charge la qualité de service, la sécurité renforcée, la technologie sans fil, la téléphonie IP et les services de mobilité



Transfert de trames

## La commutation comme concept général dans les réseaux et les télécommunications

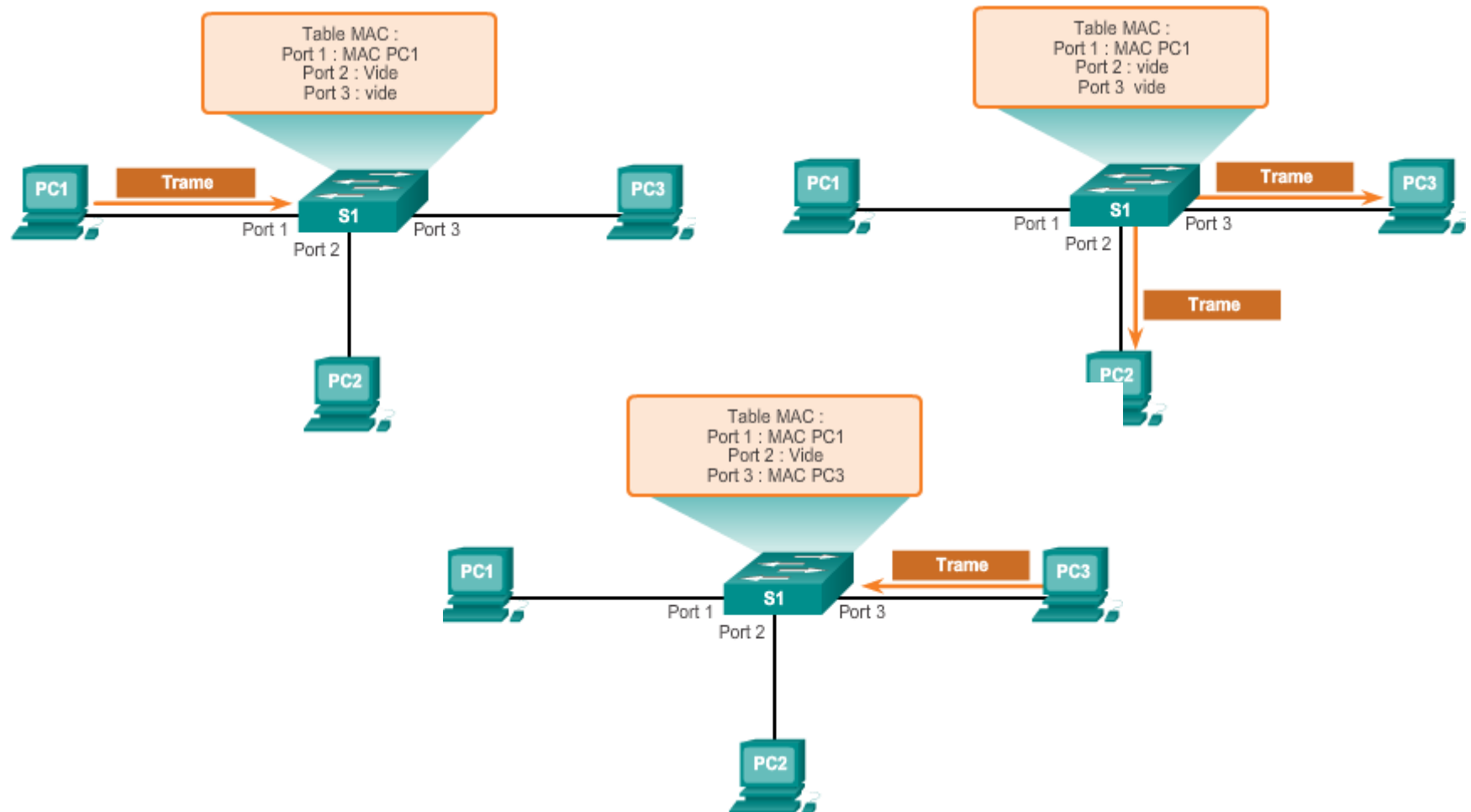
- ✓ Un commutateur prend une décision en fonction des ports d'entrée et de destination.
- ✓ Les commutateurs transmettent des trames Ethernet basées sur l'adresse MAC de destination des trames.
- ✓ Un commutateur LAN gère une table d'adresses MAC qui sera utilisée pour déterminer comment acheminer directement le trafic vers le port destination

## Transfert de trames

# Le remplissage dynamique de la table d'adresses MAC d'un commutateur

- ✓ Un commutateur doit d'abord savoir quels équipements figurent sur chaque port avant de pouvoir transmettre une trame.
- ✓ À mesure que le commutateur découvre la relation entre les ports et les appareils, il remplit une table appelée table d'adresses MAC ou table CAM (Content Addressable Memory).
- ✓ La CAM est un type particulier de mémoire utilisée dans des applications de recherche haut débit.
- ✓ Les informations de la table d'adresses MAC sont utilisées pour transmettre les trames.
- ✓ Lorsqu'un commutateur reçoit une trame entrante dont l'adresse MAC ne figure pas dans la table CAM, il l'envoie à tous les ports, sauf à celui qui l'a émis.

## Remplissage dynamique de la table d'adresses MAC d'un commutateur



Transfert de trame

# Les méthodes de transmission du commutateur

Un commutateur utilise l'une des deux méthodes pour prendre des décisions de transfert après avoir reçu une trame:

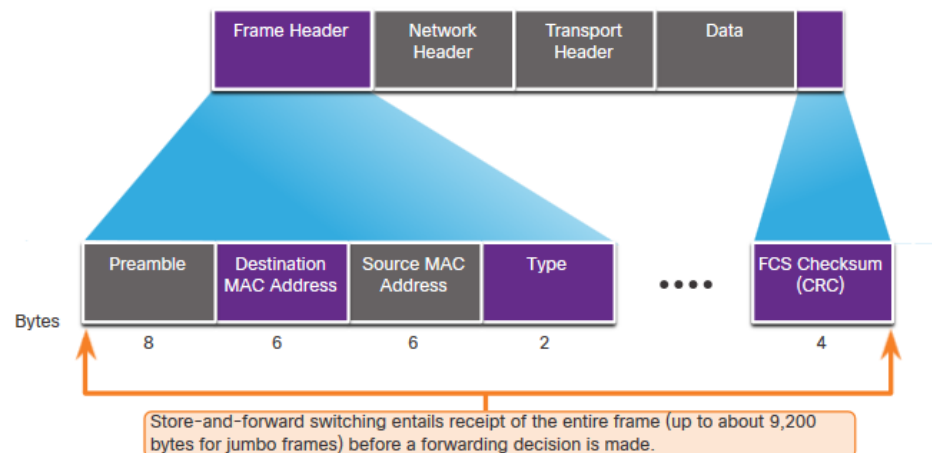
- **Commutation de stockage et de transfert (store and forward)** - Reçoit la trame entière et assure la validité de la trame. La commutation par stockage et retransmission est la méthode de commutation LAN principale de Cisco.
- **Commutation par coupure (cut-through)** - Transfère la trame immédiatement après avoir déterminé l'adresse MAC de destination d'une trame entrante et le port de sortie.

## Transfert de trame

# Commutation par stockage et retransmission (Store-and-Forward)

Le stockage et le transfert présentent deux caractéristiques principales :

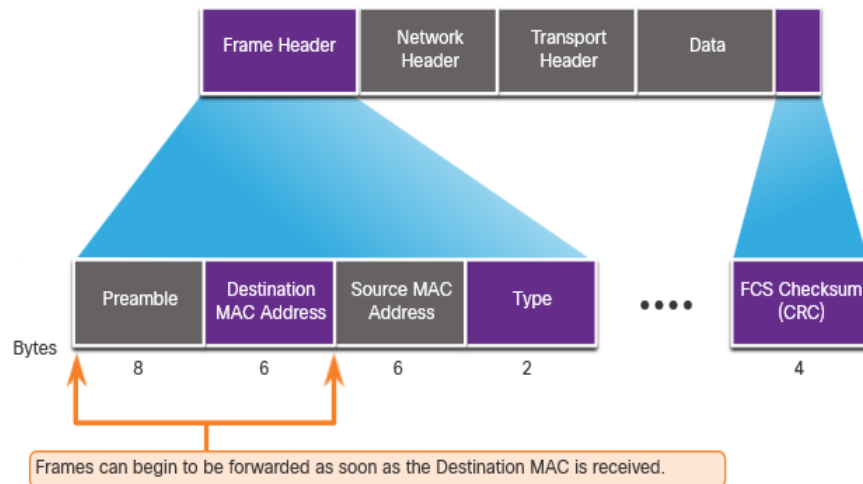
- ✓ Vérification des erreurs — Le commutateur vérifie la séquence de vérification de trame (FCS) pour les erreurs. Les trames défectueuses seront jetées.
- ✓ Mise en mémoire tampon - L'interface d'entrée met en mémoire tampon la trame pendant qu'elle vérifie le FCS. Cela permet également au commutateur de s'adapter à une éventuelle différence de vitesse entre les ports d'entrée et de sortie.





Transfert de trame

# Commutation par coupure (Cut-Through)



- ✓ Cut-through transmet la trame immédiatement après avoir déterminé le MAC de destination.

Concepts de la commutation cut-through :

- convient aux commutateurs dont la latence doit être inférieure à 10 microsecondes
- Ne vérifie pas le FCS, il peut donc propager des erreurs
- Peut entraîner des problèmes de largeur de bande si le commutateur propage trop d'erreurs
- Ne peut pas prendre en charge les ports dont les vitesses varient de l'entrée à la sortie

- ✓ La méthode Fragment (Fragment Free) permet de vérifier la destination et de s'assurer que la trame est d'au moins 64 octets. Cela éliminera les runts

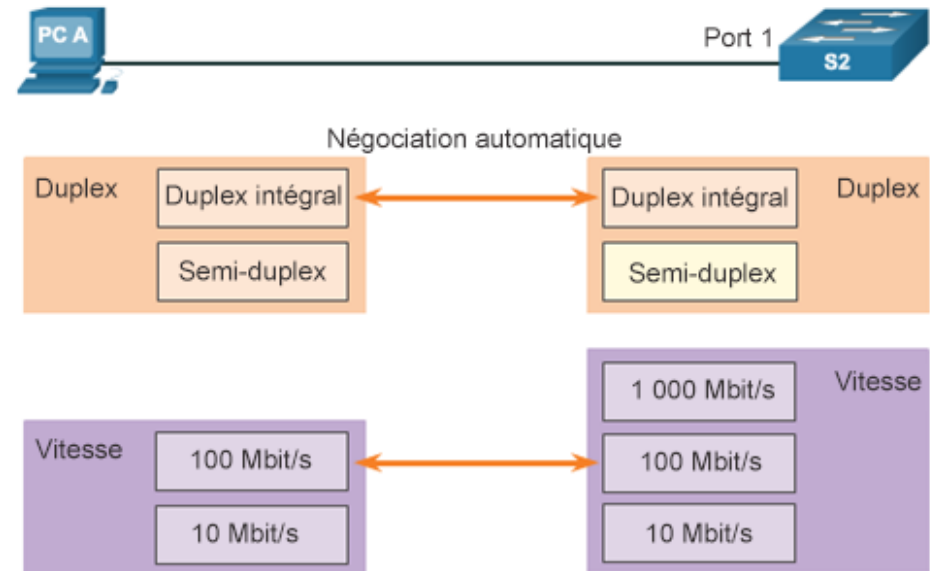
## Domaines de commutation

# Les domaines de collision

Le domaine de collision est le segment sur lequel les appareils sont en concurrence les uns avec les autres pour communiquer.

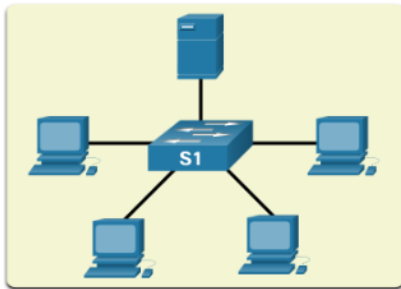
Port de commutateur Ethernet :

- ✓ En mode semi-duplex, chaque segment est dans son propre domaine de collision.
- ✓ En mode duplex intégral, il élimine les collisions.
- ✓ Par défaut, il négocie automatiquement le mode duplex intégral lorsque l'appareil adjacent peut également fonctionner dans ce mode.



Domaines de commutation

# Domaines de diffusion



- Un domaine de diffusion s'étend sur tous les périphériques de couche 1 ou 2 d'un réseau local.
  - Seul un périphérique de couche 3 (routeur) segmentera le domaine de diffusion, également appelé domaine de diffusion MAC.
  - Le domaine de diffusion MAC est constitué de tous les périphériques du réseau local qui reçoivent les trames de diffusion provenant d'un hôte.
- Lorsque le commutateur de couche 2 reçoit la diffusion, il l'inondera sur toutes les interfaces à l'exception de l'interface d'entrée.
- Trop de diffusions peuvent causer de la congestion et des performances réseau médiocres.
- L'augmentation des périphériques au niveau de la couche 1 ou de la couche 2 entraîne le développement du domaine de diffusion.

Domaines de commutation

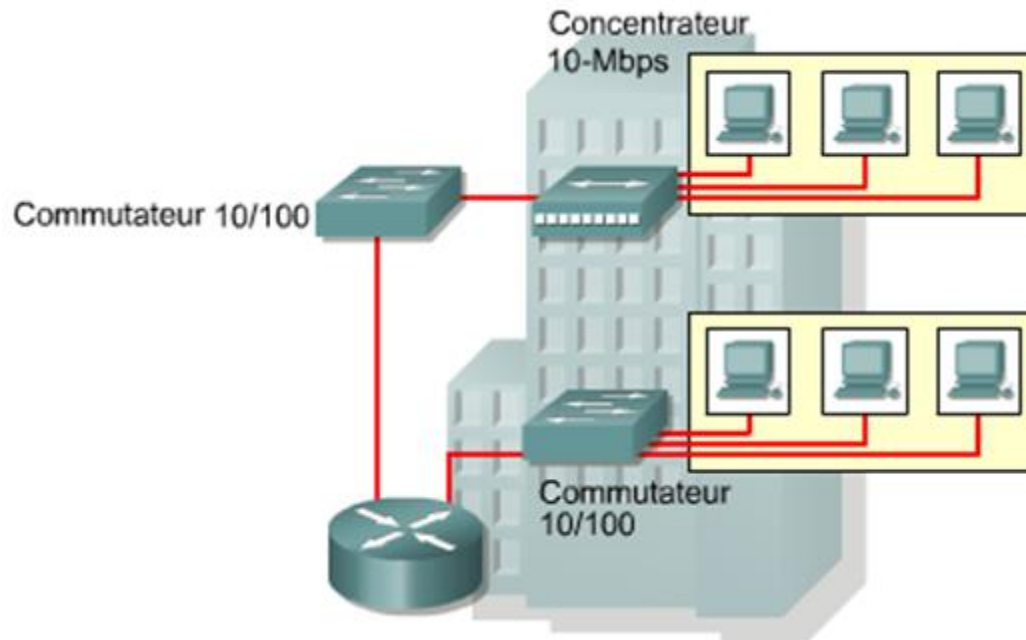
## La réduction de l'encombrement du réseau

Les commutateurs contribuent à réduire l'encombrement du réseau :

- ✓ Ils facilitent la segmentation d'un LAN en domaines de collision séparés.
- ✓ Ils assurent une communication en mode duplex intégral entre les appareils.
- ✓ Ils tirent profit de leur densité de ports élevée.
- ✓ Ils mettent les trames volumineuses en mémoire tampon.
- ✓ Ils utilisent les ports haut débit.
- ✓ Ils exploitent leur méthode rapide de commutation interne.

## Réseaux locaux Virtuels (VLAN)

# Réseaux LANs actuels



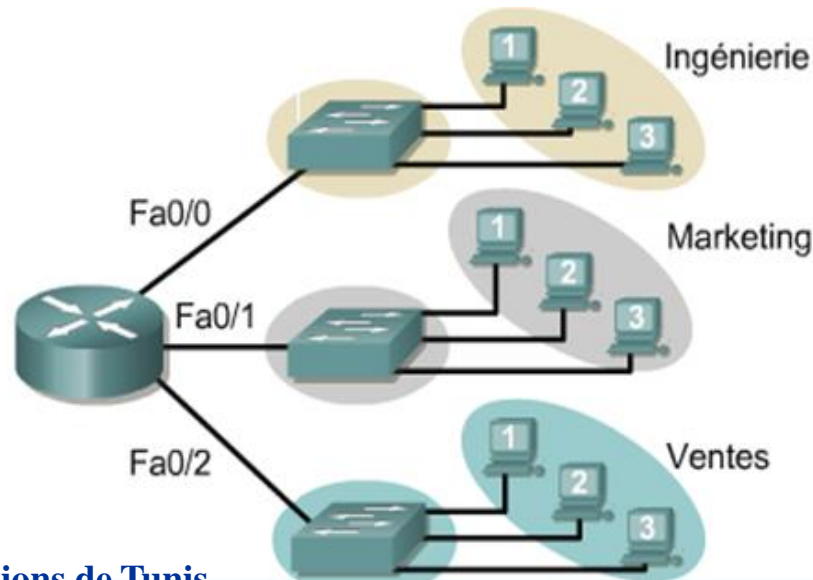
Chaque nœud dispose de 10 Mbps (ou 100Mbps)

- ☐ Les ressources sont pour la plupart commutées (utilisation de commutateurs)
- ☐ Les groupements d'utilisateurs sont déterminés selon leurs emplacements Physiques
- ☐ Les réseaux sont segmentés (divisés) à l'aide des routeurs

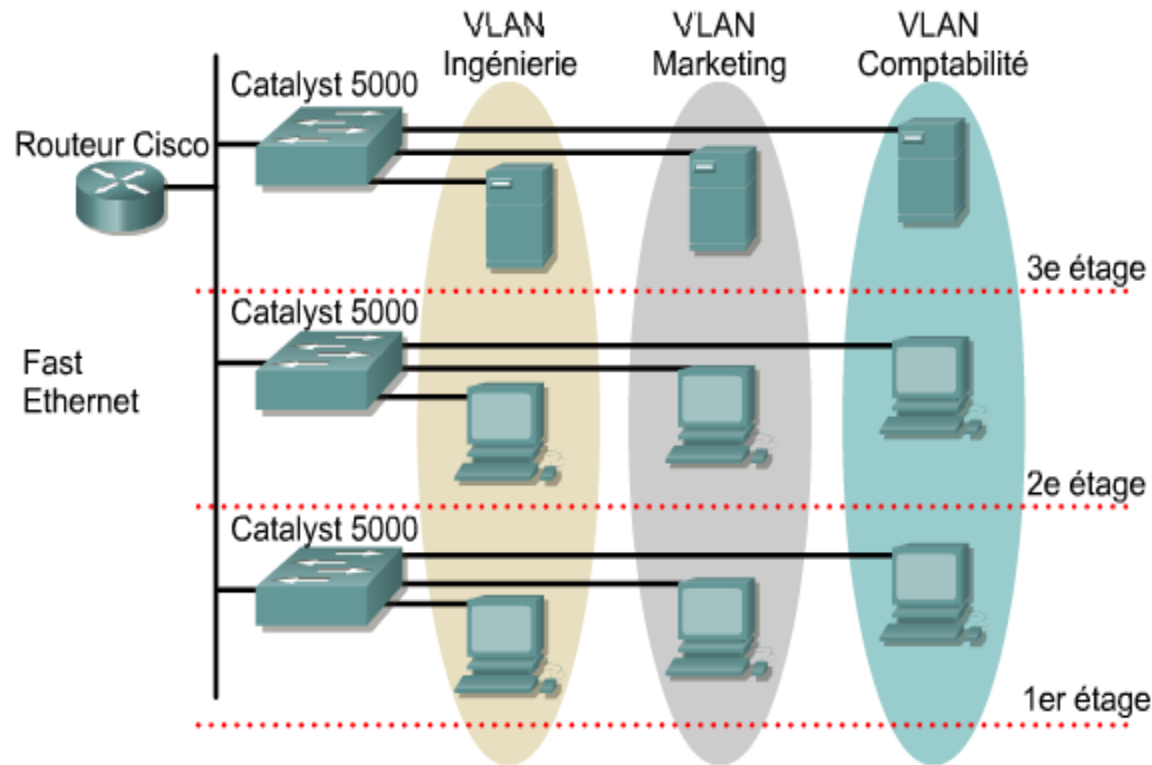
# Domaines de Broadcast

Dans les réseaux classiques

- ❑ des réseaux différents utilisent une infrastructure différente : Trois commutateurs doivent être utilisés respectivement pour les trois services Ingénierie, ventes et Marketing
- ❑ Chaque commutateur considère tous les ports comme appartenant à un même domaine de broadcast
- ❑ Le routeur est utilisé pour acheminer les paquets entre les trois réseaux



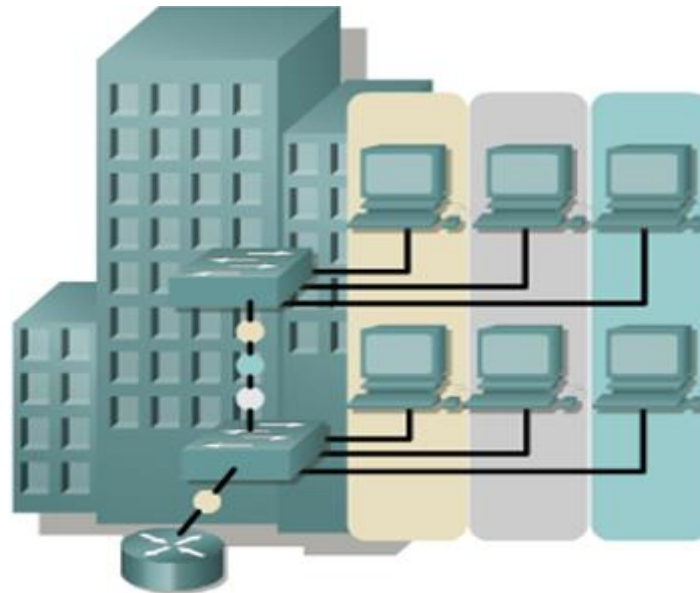
# Réseaux locaux virtuels (VLANs)



- Les VLANs segmentent logiquement les réseaux commutés en se basant sur les fonctions, les groupes de projets, et non pas sur l'emplacement
- Un VLAN est une partition logique d'un réseau de couche 2.



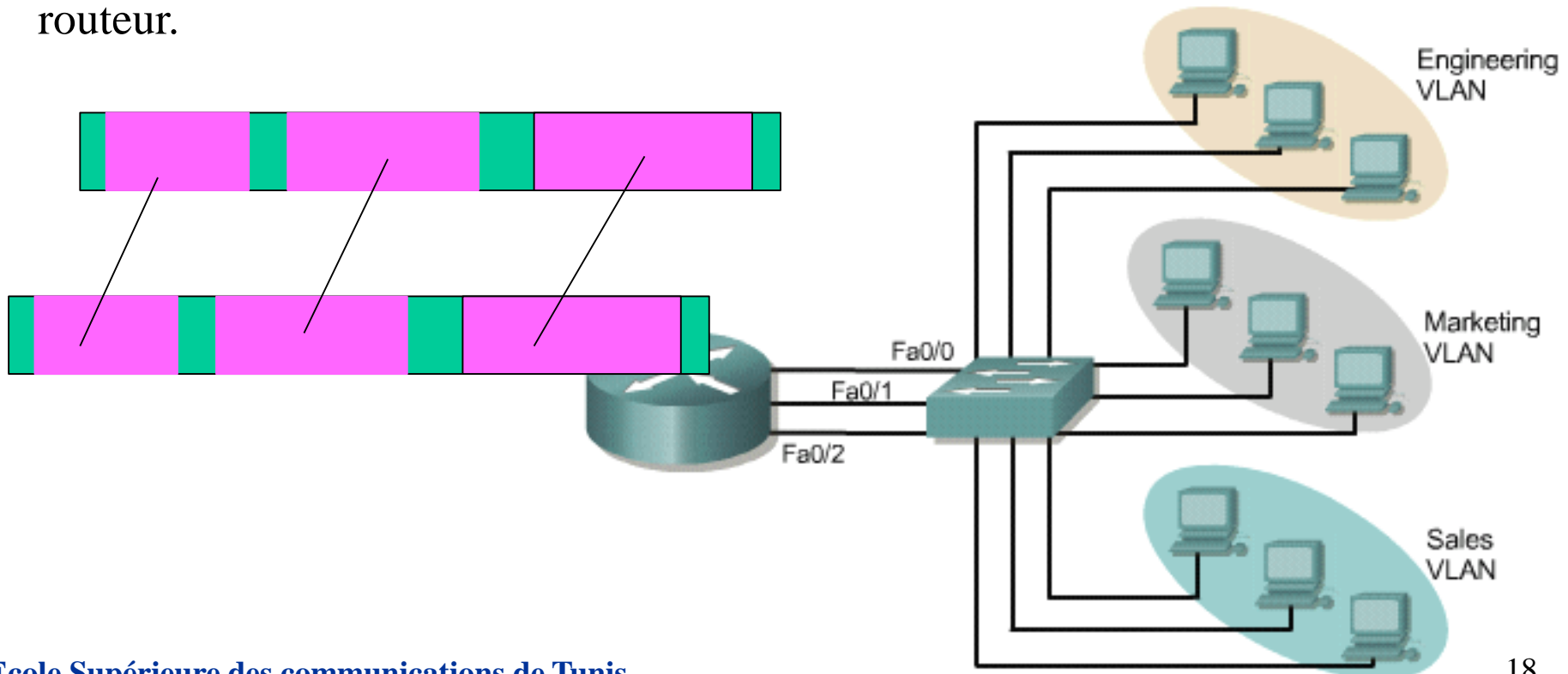
# Les VLANs



- ☐ Groupe de ports ou d'utilisateurs appartenant à un même domaine de broadcast
- ☐ Le groupement peut se reposer sur l'ID du port, une adresse MAC, un protocole ou une application
- ☐ Les commutateurs LAN permettent de créer des VLANs

# Exemple avec 3 Domaines de Broadcast, 3 VLANs

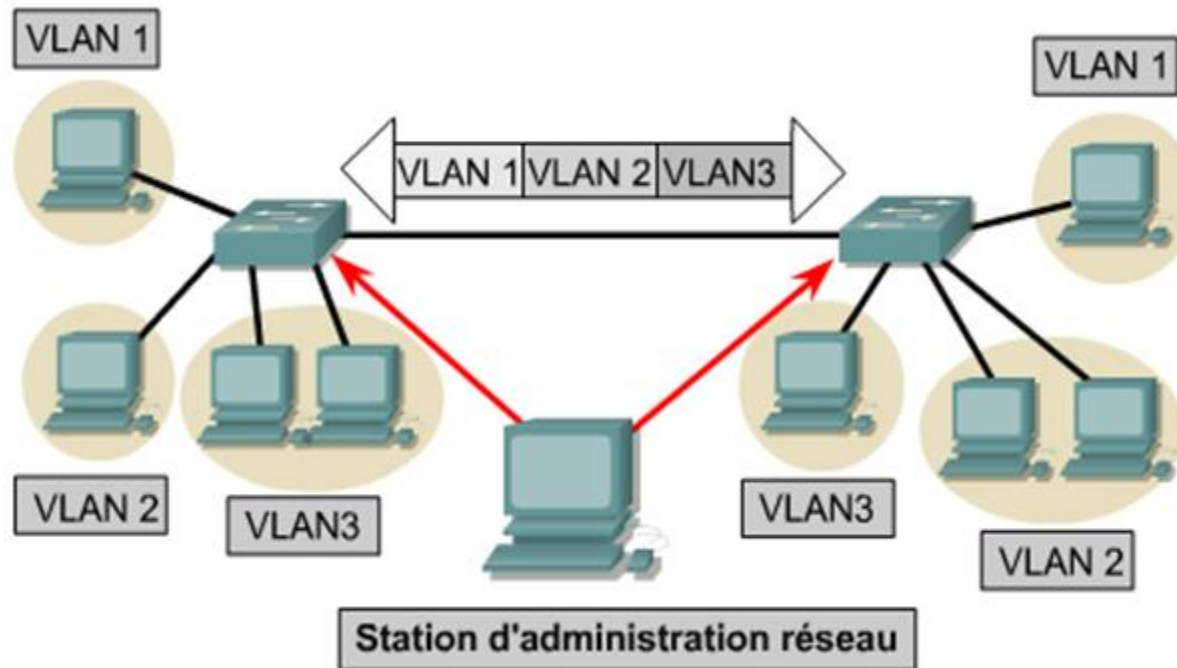
- Les VLAN sont isolés les uns des autres
- Les machines d'un même VLAN peuvent communiquer entre elles, mais les machines de VLAN différents ne peuvent communiquer qu'en passant par un routeur.



# Avantages des VLANs

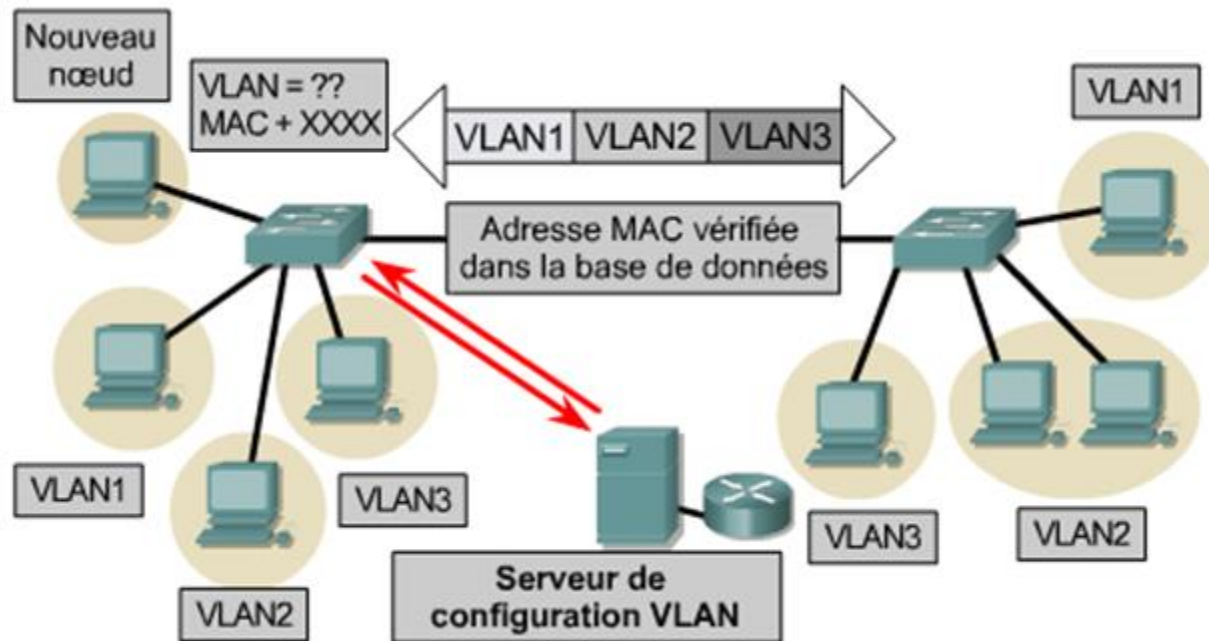
- ✓ Déplacement facile des hôtes sur le réseau
- ✓ Ajout facile des hôtes sur le réseau
- ✓ Changement facile de la configuration du réseau
- ✓ Meilleure gestion de trafic (atténuation de la tempête de diffusion en créant des domaines de diffusion plus petits)
- ✓ Amélioration de la sécurité
- ✓ Réduction des coûts (un même commutateur peut prendre en charge plusieurs VLANs)

# VLANs statiques



- ❑ Affectent les ports aux différents Vlan (axés sur les ports).
- ❑ Les Vlan statiques sont sûrs et faciles à configurer et à surveiller.

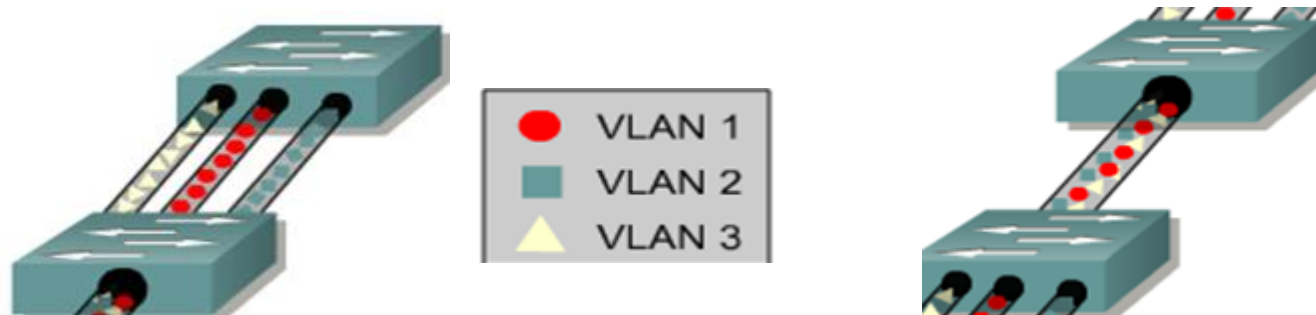
# VLANs Dynamiques



- ☐ Vlans affectés à l'aide d'une application centralisée d'administration de Vlan
- ☐ Vlans basés sur l'adresse MAC, l'adresse logique ou le type de protocole
- ☐ Moins d'administration au niveau du local de câblage
- ☐ Notification lors de l'ajout d'un utilisateur non reconnu dans le réseau

VLANS dans un environnement à plusieurs commutateurs

## Concept d'agrégation

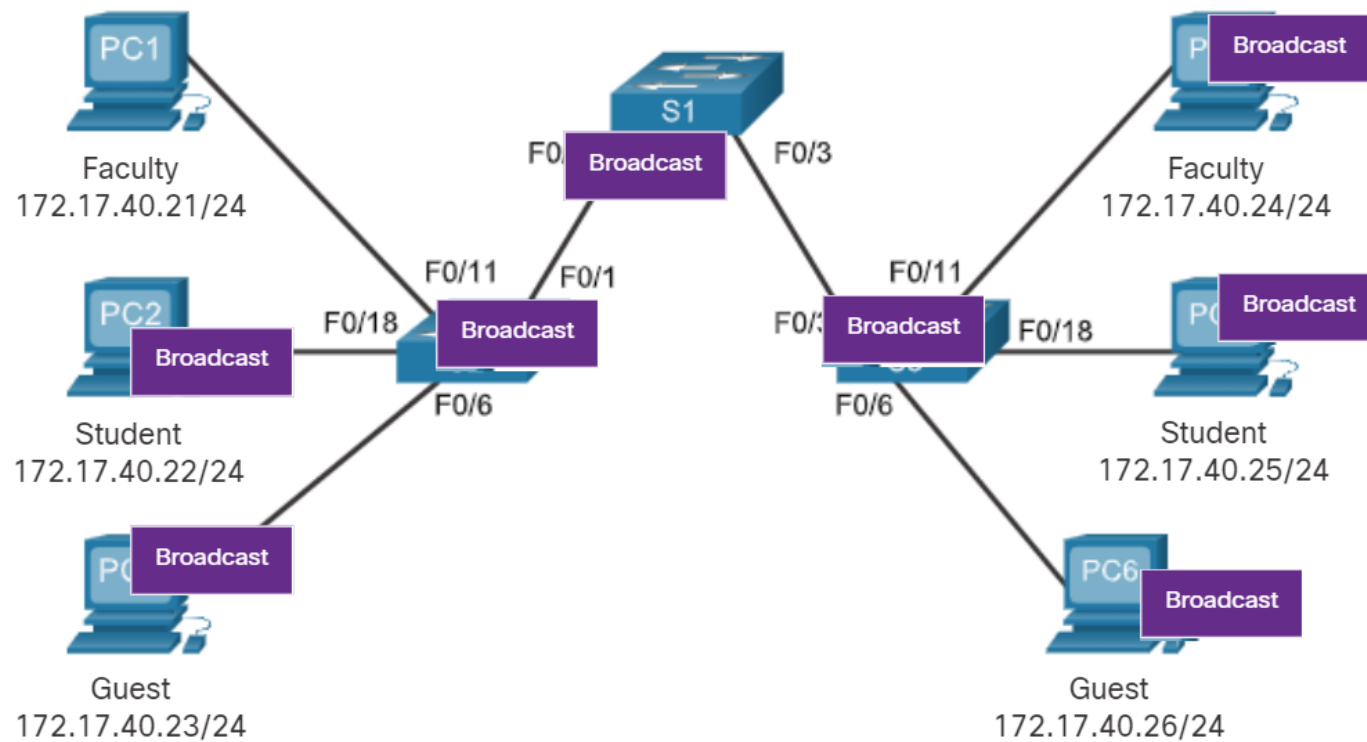


- ❑ Une agrégation (Trunk) est une connexion physique et logique entre deux commutateurs par laquelle le trafic réseau est acheminé
- ❑ Une agrégation de VLANs vous permet d'étendre les VLANs à l'ensemble d'un réseau: permettre aux appareils du même VLAN de communiquer même s'ils sont physiquement connectés à des commutateurs différents.
- ❑ L'agrégation résout le problème de liaisons multiples et préserve les ports

Les VLAN dans un environnement à plusieurs commutateurs

## Réseaux sans VLAN

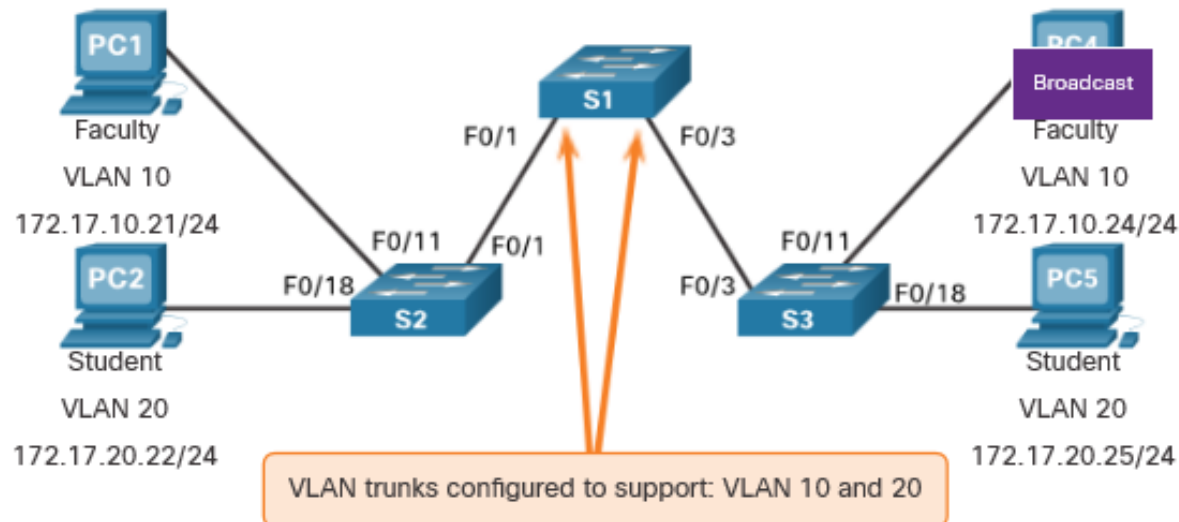
Sans VLAN, tous les périphériques connectés aux commutateurs recevront tout le trafic de diffusion.



VLAN dans un environnement à plusieurs commutateurs

# Réseaux avec VLAN

Avec les VLAN, le trafic de diffusion est limité à un VLAN.

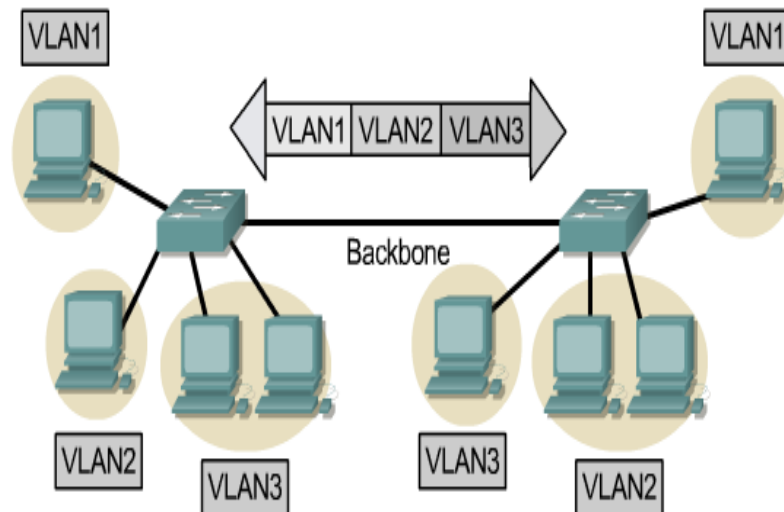


PC1 sends out a local Layer 2 broadcast. The switches forward the broadcast frame only out ports configured for VLAN10.

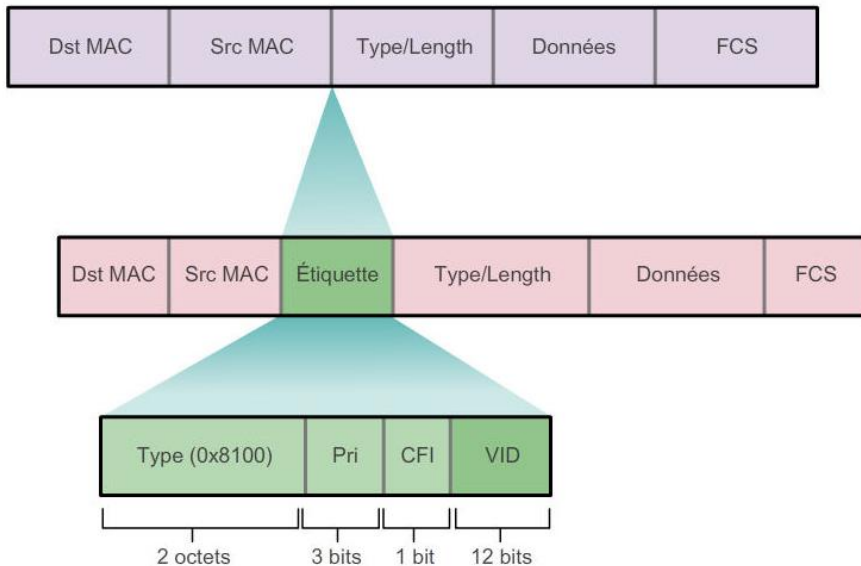


# VLANs et agrégation

□ Lorsque les trames Ethernet sont placées sur une agrégation, elles ont besoin d'informations supplémentaires sur les VLAN auxquels elles appartiennent : encapsulation/ étiquetage



# Agrégation 802.1 Q



Champ d'étiquette VLAN 802.1Q	Fonction
<b>Type</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Champ de 2 octets avec hexadécimal 0x8100</li> <li>Ceci est appelé TPID (Tag Protocol ID)</li> </ul>
<b>Priorité Utilisateur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valeur de 3 bits</li> </ul>
<b>CFI (Canonical Format Identifier)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificateur de 1 bit qui prend en charge les trames Token Ring sur des liaisons Ethernet</li> </ul>
<b>ID de VLAN (VID)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numéro d'identification VLAN de 12 bits qui prend en charge jusqu'à 4096 ID de VLAN.</li> </ul>

- ❑ Le commutateur reçoit une trame sur un port configuré **en mode accès** avec un VLAN statique
- ❑ Il décompose la trame et insère l'entête IEEE 802.1Q (étiquette VLAN)
- ❑ Il recalcule la séquence de contrôle de trame (FCS), puis envoie la trame étiquetée via un **port d'agrégation (trunk)**.
- ❑ À la réception de la trame étiquetée, le commutateur repère les machines concernées par la trame, élimine l'étiquette, recalcule le FCS et leur envoie la trame.

## Présentation des VLAN

# Les types de VLAN

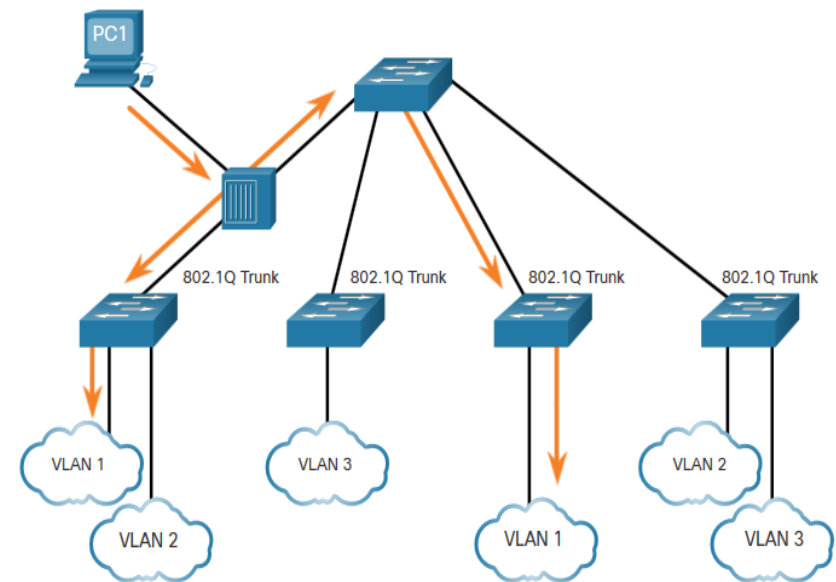
- ✓ VLAN par défaut (vlan 1): tous les ports du commutateur font partie initialement de ce Vlan. Vlan 1 ne peut pas être supprimé
- ✓ VLAN données : trafic généré par l'utilisateur
- ✓ VLAN de gestion : utilisé pour accéder aux fonctionnalités de gestion
- ✓ VLAN voix: vlan dédié pour la voix pour assurer la QoS
- ✓ VLAN natif : utilisé pour le trafic non étiqueté (trafic généré par le commutateur ou généré par des équipements hérités). Il est par défaut le vlan1 mais il est recommandé d'utiliser un vlan inutilisé (différent de vlan1) qu'on associe à tous les ports d'agrégation.

VLAN dans un environnement à plusieurs commutateurs

# VLAN natifs et étiquetage 802.1Q

Trunk de base 802.1Q:

- Étiquetage est généralement effectué sur tous les VLAN.
- L'utilisation d'un VLAN natif a été conçue pour une utilisation ancienne, comme le concentrateur dans l'exemple.
- Moins qu'il ne soit modifié, VLAN1 est le VLAN natif.
- Les deux extrémités d'une liaison trunk doivent être configurées avec le même VLAN natif.
- Chaque trunk est configuré séparément, il est donc possible d'avoir un VLAN natif différent sur des trunks séparés.



## **Routage inter VLAN**

Fonctionnement du routage inter-VLAN

## Qu'est-ce que le routage inter-VLAN?

- Les VLANs sont utilisés pour segmenter des réseaux de couche 2 commutés pour diverses raisons.
- Les hôtes d'un VLAN ne peuvent pas communiquer avec les hôtes d'un autre VLAN sauf s'il existe un routeur ou un commutateur de couche 3 pour fournir des services de routage.

Le routage inter-VLAN est un processus d'acheminement du trafic réseau d'un VLAN à un autre.

Il existe 3 options de routage inter-VLAN:

- **Routage inter-VLAN hérité** – Nécessite autant d'interfaces physiques que de vlans. Il n'est pas adéquat quand il s'agit de plusieurs VLANs.
- **Router-on-a-Stick** - C'est une solution acceptable pour un réseau de petite à moyenne taille.
- **Commutateur de couche 3 utilisant des interfaces virtuelles commutées (SVIS)** - Il s'agit de la solution la plus évolutive pour les moyennes et grandes entreprises.

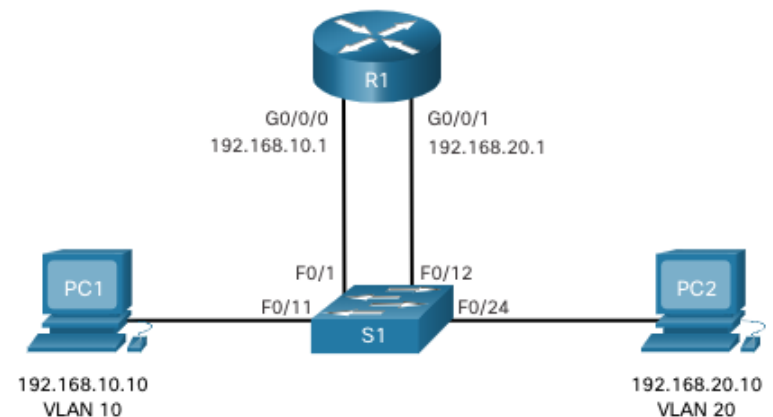
## Fonctionnement du routage inter-VLAN

**Routage inter-VLAN hérité**

- Utiliser un routeur avec plusieurs interfaces Ethernet. Chaque interface de routeur est connectée à un port de commutateur de l'un des VLANs. Les interfaces de routeur servent comme des passerelles par défaut vers les hôtes locaux du sous-réseau VLAN.
- Cette solution présente une limitation importante. Elle n'est pas raisonnablement évolutive car les routeurs ont un nombre limité d'interfaces physiques. La nécessité de posséder une interface de routeur physique par VLAN épuise rapidement la capacité du routeur.

**Remarque:** Cette méthode de routage inter-VLAN n'est plus implémentée dans les réseaux commutés

Port	MAC Address	VLAN
F0/1	R1 G0/0/0 MAC	10
F0/11	PC1 MAC	10
F0/12	R1 G0/0/1 MAC	20
F0/24	PC2 MAC	20



Fonctionnement du routage inter-VLAN

## **Routage inter VLAN Router-on-a-Stick**

La méthode de routage inter-VLAN 'router-on-a-stick' surmonte la limite de la méthode de routage inter-VLAN héritée.

Elle ne nécessite qu'une seule interface Ethernet physique pour acheminer le trafic entre plusieurs VLANs .

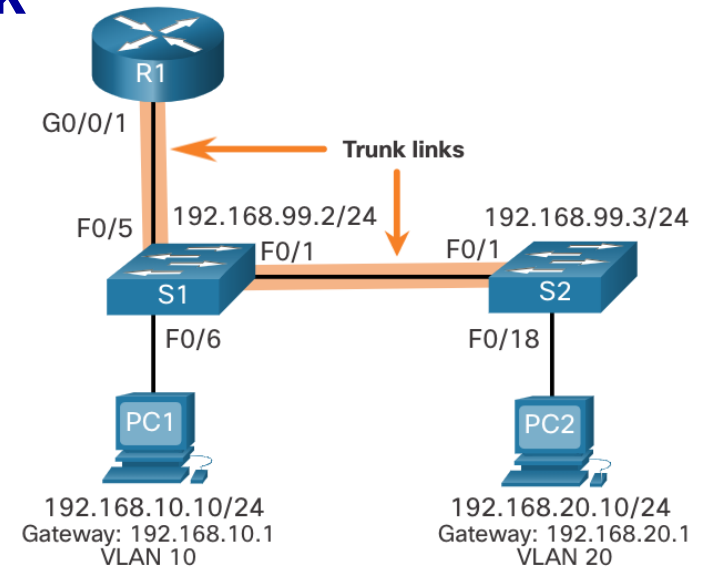
- L'interface du routeur est configurée à l'aide de sous-interfaces pour identifier les VLANs routables
- Les sous-interfaces configurées sont des interfaces virtuelles logicielles. Chaque sous-interface est configurée indépendamment avec sa propre adresse IP et une attribution VLAN.
- Les sous-interfaces sont configurées pour différents sous-réseaux correspondant aux différents VLANs.
- L'interface Ethernet du routeur est configurée comme un trunk 802.1Q et connectée à un port de trunk sur un commutateur de couche 2.



## Fonctionnement du routage inter-VLAN

# Routage inter VLAN Router-on-a-Stick

Sous-interfaces	VLAN	Adresse IP
G0/0/1.10	10	192.168.10.1/24
G0/0/1.20	20	192.168.20.1/24
G0/0/1.99	99	192.168.99.1/24



- Lorsque le trafic balisé VLAN entre dans l'interface du routeur, il est transféré à la sous-interface VLAN. Une fois qu'une décision de routage est prise en fonction de l'adresse du réseau IP de destination, le routeur détermine l'interface de sortie du trafic.
- Si l'interface de sortie est configurée en tant que sous-interface 802.1q, les trames sont étiquetées avec le nouveau VLAN et renvoyée vers l'interface physique

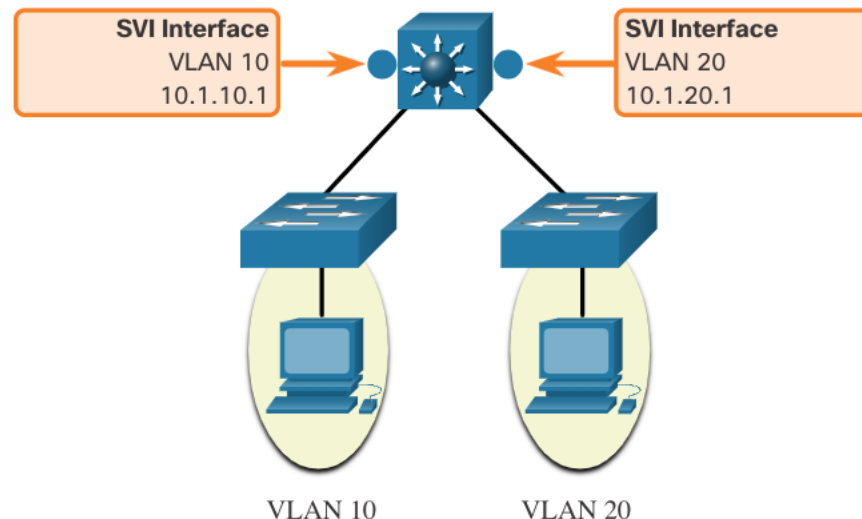
**Remarque:** la méthode router-on-a-stick de routage inter-VLAN ne va pas au-delà de 50 VLAN.

Fonctionnement du routage inter-VLAN

## Routage inter-VLAN sur un commutateur de couche 3

- La méthode évolutive d'exécution du routage inter-VLAN consiste à utiliser des commutateurs de couche 3 et des interfaces virtuelles commutées (SVI).
- Une interface SVI est une interface virtuelle configurée dans un commutateur de couche 3, comme illustré dans la figure.

**Remarque:** Un commutateur de couche 3 est également appelé commutateur multicouche car il fonctionne sur les couches 2 et 3



Fonctionnement du routage inter-VLAN

## **Routage inter-VLAN sur un commutateur de couche 3 (suite)**

- Une interface SVI est créée pour chaque VLAN existant sur le commutateur. Bien que virtuel, la SVI exécute les mêmes fonctions pour le VLAN qu'une interface physique de routeur le ferait.
- Elle assure le traitement de couche 3 des paquets vers ou depuis tous les ports de commutateur associés à ce VLAN.

### **Avantages de l'utilisation de commutateurs de couche 3 pour le routage inter-VLAN :**

- Ils sont beaucoup plus rapides que les routeurs « On a stick » car tout est commuté et acheminé par le matériel.
- Il n'est pas nécessaire d'utiliser des liaisons externes entre le commutateur et le routeur pour le routage.
- La latence est bien plus faible, car les données n'ont pas besoin de quitter le commutateur pour être acheminées vers un autre réseau.
- Ils sont plus souvent déployés dans un réseau local de campus que les routeurs.
- Le seul inconvénient est que les commutateurs de couche 3 sont plus chers.