Les réseaux locaux virtuels

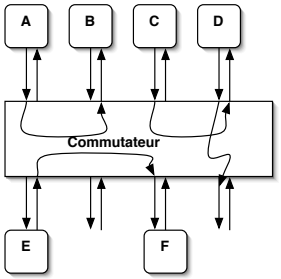
- **VLAN: Virtual LAN**
- A ne pas confondre avec les **VPN: Virtual Private Network et WLAN (Wireless LAN)**
- **But :**
  - Découper un réseau local physique en plusieurs réseaux virtuels
  - Les réseaux virtuels sont isolés les uns des autres
  - Limite les domaines de diffusion: les trames en broadcast sont isolées
  - Possible seulement avec un commutateur

Intérêt des VLANs

- Mettre en place plusieurs réseaux locaux virtuels sur un seul LAN physique
- Mise en oeuvre simple et souple contrairement à du vrai câblage
- Isolation des VLANS : sécurité, confidentialité
- Administration plus aisée qu'une administration de niveau 3 (routage)

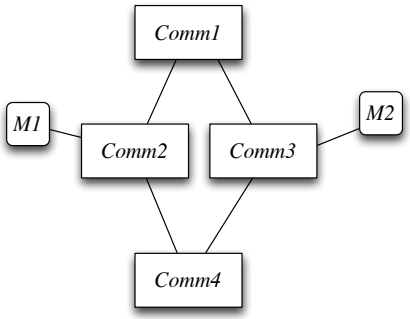
Rappel sur le fonctionnement des commutateurs

- Mémorisation des trames
- Table Port/adresse MAC
  - Rempli à l'aide des premiers paquets
- Les trames ne sont re-émises que vers la destination
- Plus de collisions, fonctionne en full-duplex



Rappel sur le fonctionnement des commutateurs

- Nécessité d'un protocole particulier dans le cas de réseaux possédant plusieurs commutateurs avec des boucles
  - Boucle intéressante pour augmenter la fiabilité
  - Problème lors de l'émission des premiers paquets lorsque les associations ***Port/ Adresse*** ne sont pas encore faites

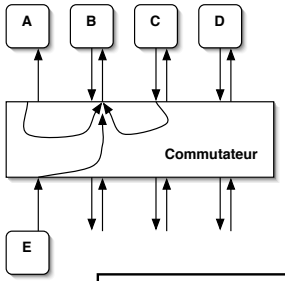


Algorithme de l'arbre recouvrant (spanning tree ou STP ou 802.1d)

- Trouver un arbre recouvrant un graphe quelconque pour éliminer les boucles
- Une fois l'arbre déterminé, les ponts désactivent certains ports
- Construction de l'arbre:
  - Basé sur les identificateurs des ponts (adresse Ethernet ou autres)
    - » Racine : identificateur le plus grand
  - Echange de paquets spéciaux (BGPU: Bridge Protocol Data Unit) entre les ponts contenant les informations permettant de déterminer la racine et le chemin vers la racine
  - Mise a jour périodique de ces informations pour d'éventuelles modifications de topologie

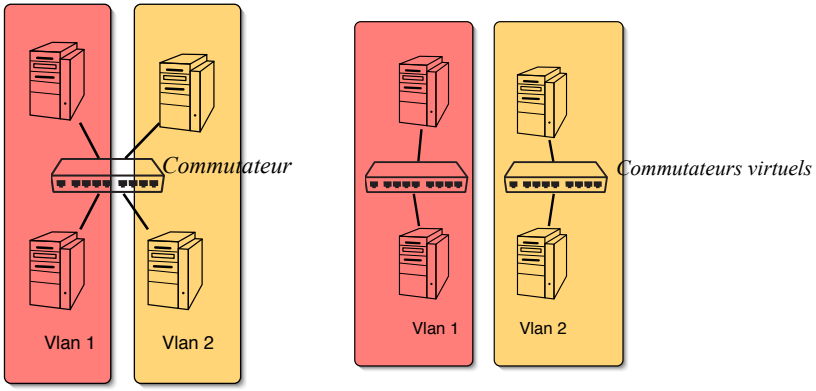
Rappel sur le fonctionnement des commutateurs

- Possibilités de saturation d'un commutateur
  - –Qui implique des pertes de trames
- Contrôle de flux (ou plûtot de congestion) au niveau liaison de donnée
- Trame "pause" émises par les commutateurs permettant de limiter les émissions des ordinateurs quand il s'approche de la saturation (remplissage de la mémoire)



Exemple de VLAN

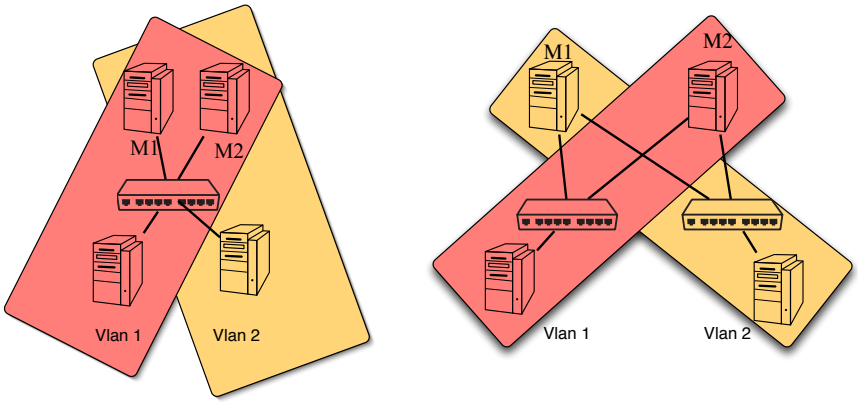
- **Deux VLANs sur un commutateur**



Réseau "physique" **Réseaux virtuels**

Exemple de VLAN

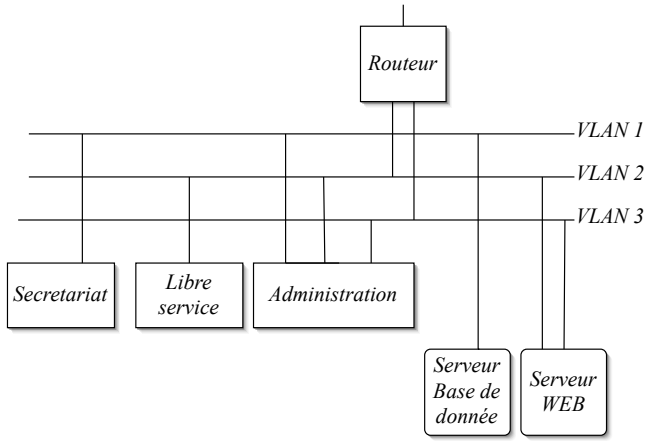
- **Une machine peut appartenir à plusieurs VLANs**



Réseaux "virtuels"

Exemple d'administration

- **Suivant le type d'utilisateur, de l'accès aux serveurs et à l'extérieur**

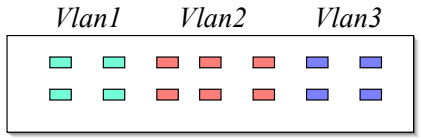


Définitions de VLANs

- Plusieurs techniques pour définir un VLAN:
  - Ports physiques des commutateurs
  - Adresse MAC des ordinateurs
  - Adresse IP des ordinateurs
  - Protocole Réseaux
- Dans tous les cas : cela définit l'appartenance de chaque port du commutateur à un ou plusieurs VLANs (table dans le commutateur)
- A la réception d'une trame sur un port, la trame n'est re-émise que sur le (ou les) port (associé à l'adresse MAC destination) qui appartient au même VLAN
- Dans le cas d'une adresse destination broadcast, la trame est re-émise sur tous les ports appartenant au même VLAN

Définition de VLANs
A l'aide des ports du commutateur

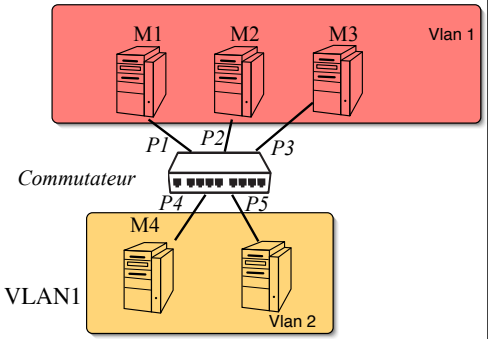
- On associe un numéro de VLAN à chacun des ports du commutateur
- Effectué par l'administrateur sur le commutateur
- Le plus simple et le plus sûr mais "statique"
- La définition du VLAN ne dépend que de la configuration du commutateur (un utilisateur ne peut pas la changer)



Ports du commutateurs

Exemple de configuration de VLANs
A l'aide des ports du commutateur

- Dans le commutateur
  - Port VLAN
  - P1 1
  - P2 1
  - P3 1
  - P4 2
  - P5 2
- Sur M1 : ping M4
  - Paquet ARP request diffusé seulement sur VLAN1
  - Donc pas de réponse



Définition de VLANs
Par les adresses MAC

- Dans le commutateur il faut remplir une table (Adresse Mac, VLAN)
  - L'association (port,VLAN) se fait à l'aide des premiers paquets portant l'adresse MAC source
- **Plus souple** (nouveaux utilisateurs, portables, changement des branchements)
  - On peut changer la liaison ordinateur/commutateur et appartenir toujours au même VLAN
- **Moins sûr:**
  - L'utilisateur peut changer de VLAN puisque l'on peut changer une adresse MAC sur une machine !
- **Plus lourd** : connaissance des adresses MAC par l'administrateur

Définition de VLANs
Par les adresses IP

- Dans le commutateur il faut remplir une table (Adresse IP réseau, VLAN)
  - L'association (port, VLAN) se fait à l'aide des premiers paquets portant l'adresse IP source
- **Moins sûr:**
  - l'utilisateur peut changer d'adresse IP
- **Moins performant:**
  - Analyse des entêtes IP
- Peu conventionnel : indépendance des couches
- Plus simple pour l'administrateur :
  - Peut se faire à partir du plan d'adressage IP
- Souvent appelé VLAN par sous-réseau

Définition de VLANs
Par le protocole réseau

- Dans le cas où plusieurs protocole réseau sont utilisés (IPX, IP, Apple Talk ...)
- On associe un VLAN suivant le protocole Réseau

Outils d'administration de VLAN

- Par la suite on considère que les configurations se font par port pour simplifier. Les autres cas se ramenant facilement à ce cas
- Des outils d'administration permettent de configurer facilement les commutateurs, de connaître la configuration du réseau et d'observer son utilisation (statistiques...)
- Utilisation simple souvent à travers un navigateur WEB (voir TP)
  - On peut dans certains cas aussi centraliser cette administration sur une machine à l'aide du protocole SNMP (Simple Network Management Protocol)
  - Mais ne nous égarons pas ...

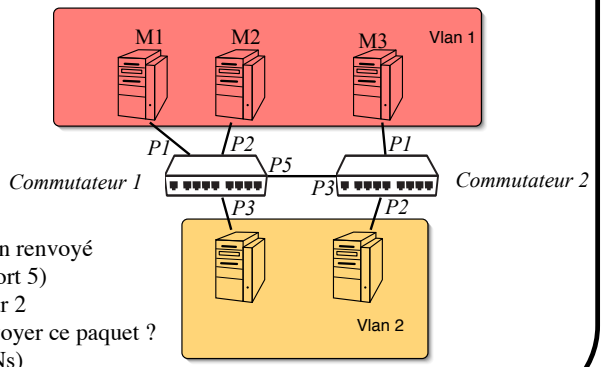
Exemple de configuration de VLANs

- Dans le commutateur 1:

PORT	VLAN
P1	1
P2	1
P3	2
P5	1, 2

Dans le commutateur 2:

PORT	VLAN
P1	1
P2	2
P3	1, 2



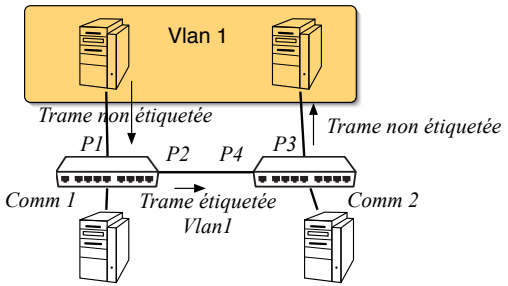
- Problème :
  - Sur M1: ping M3
  - Le paquet ARP request est bien renvoyé sur le commutateur 2 (par le port 5)
  - Mais comment le commutateur 2 peut il savoir sur quel port renvoyer ce paquet ? (P3 est associé aux deux VLANs)

Etiquetage des trames

- Dans le cas précédent on peut résoudre le problème
  - en ajoutant l'association (Adresse MAC, VLAN) dans les commutateurs
  - le commutateur 2 peut savoir ainsi à quel VLAN doit être renvoyé une trame à l'aide de l'adresse MAC source incluse dans l'entête du paquet
  - l'association VLAN/Ports et VLAN/Adresse MAC à faire sur tous les commutateurs devient laborieuse
- On peut aussi mettre deux liaisons physiques entre les deux commutateurs et associés leurs deux ports à un seul des deux VLANs
- Idée d'amélioration : il faut que le paquet porte le numéro de VLAN dans son entête
- On parle alors de VLAN "**étiqueté**" (**tagged**) ou "informé"

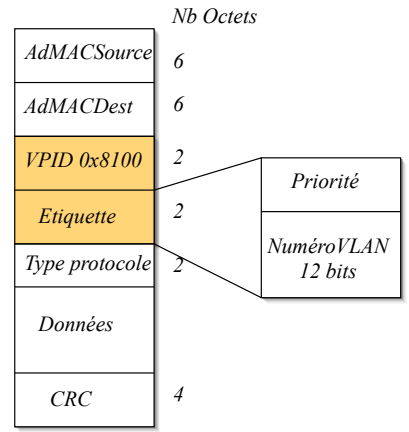
Exemple de VLAN étiqueté

- L'étiquetage des trames indiquant le numéro de VLAN auquel elle appartient peut se faire
  - Dans les machines (carte Ethernet compatible 802.1Q)
  - Seulement dans les commutateurs le cas échéant
- Exemple d'étiquetage des trames dans les commutateurs
  - sur M1 : ping M2



Format trame 802.1Q

- VPID : identifie une trame 802.1Q
- VID(VLAN Identifier): numéro de VLAN
- Gestion de priorités (ou COS Class Of services) : 3 bits possible : norme 802.1p (indépendant des VLAN)

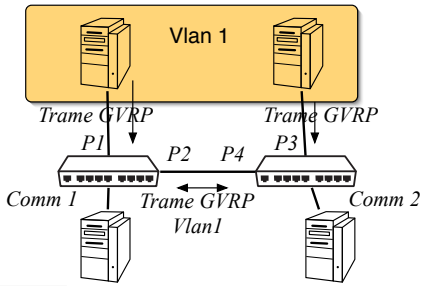


VLAN dynamique

- VLAN “statique”: la définition des VLANs pour tous les ports se fait “à la main” dans les commutateurs (table port/VLAN)
  - Dans le cas de port ***multiVLAN***, les commutateurs doivent étiqueter les trames en fonction du port source de la trame
- Possibilités de configuration automatique de certains ports à l’aide de l’étiquetage
  - On parle de VLAN “dynamique”
  - L’association des ports aux VLANs peut être fait à l’aide du protocole GVRP (GARP VLAN Registration Protocol)
  - On peut mélanger les associations statiques (par exemple pour les ports branchés aux machines) et dynamique (pour les ports inter-commutateur)

Exemple de VLAN dynamique

- GVRP tourne sur les deux machines et les deux commutateurs
- On associe aux machines le VLAN 1
- GVRP va propager à l’aide de trame particulière l’appartenance à ce VLAN sur les commutateurs
- L’information sera propagée entre les commutateurs
- Les ports des commutateurs seront ainsi associés automatiquement au VLAN 1



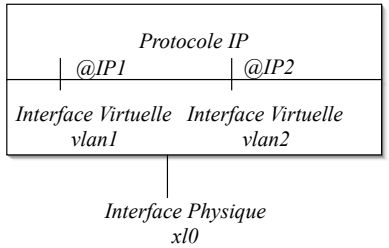
Dans la pratique

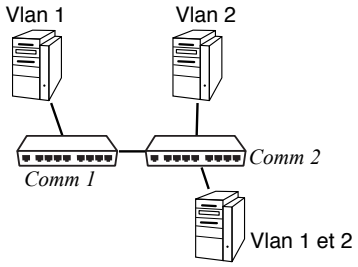
- On peut définir sur un commutateur
  - Des ports “non étiquetés” (relié au machines). Ces ports ne peuvent appartenir qu’à un seul VLAN
  - Des ports étiquetés (inter-commutateur ou vers des machines compatibles 802.1Q). Ils peuvent appartenir à plusieurs VLANs
- Certains commutateurs n’autorisent que l’association (port, VLAN)
- L’association automatique port/VLAN (protocole GVRP) peut être implémentée ou pas dans les commutateurs

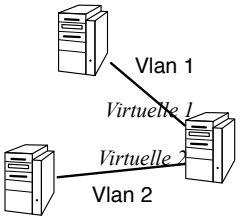
Dans la pratique sur les machines

- Exemple de configuration sous Free-BSD d’une interface virtuelle
  - Création d’une interface virtuelle:
    - ***ifconfig vlan0 create***
  - Association de l’interface virtuelle à une interface Physique et à un VLAN:
    - ***ifconfig vlan0 vlan NoVlan vlandev xl0***
  - Les trames seront alors étiquetées avec le VID ***NoVlan***
  - Association d’une adresse IP à l’interface virtuelle
    - ***ifconfig vlan0 192.0.0.1***
- ***Plusieurs interfaces virtuelles peuvent être associées à la même interface physique***
- ***Elles devront avoir des adresses IP de réseaux différents pour que le routage puisse fonctionner***

Exemple







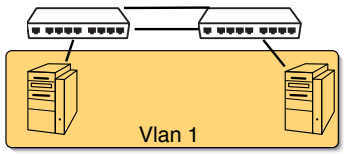
Autres possibilités dans les commutateurs "administrables"

- **Port miroir (Miroring)**
  - On peut définir un port particulier permettant d'observer le trafic passant par un certains nombres d'autres ports
  - Pratique pour l'administration
- **Restriction des adresses MAC**
  - on peut limiter l'accès à un port du commutateur
  - on définit sur pour chaque port l'adresse MAC de la (ou les) machines qui peuvent être branché sur ce port
  - Sécurité faible: changement possible des adresses MAC sur les machines
  - Voir expérience en TP

Autres possibilités dans les commutateurs "administrables"

- Groupement de ports (ports ***trunking***)
- On peut augmenter les performances entre 2 commutateurs en groupant plusieurs ports
- Il faut que les ports appartiennent au même VLAN
- Le lien virtuel comportent ainsi plusieurs liens physiques
- L'émission des trames est partagée entre les ports groupés
  - En fonction de l'adresse source des paquets (toujours le même lien)
  - En fonction des adresses source et destination

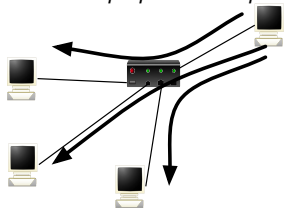
2 liens groupés et associés au Vlan1



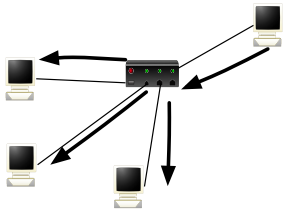
Le multicast

- ***Multicast***: notion de groupe, adresse de groupe
- Possibilité d'émission 1 vers N machines
- Différent du ***broadcast*** : appartenance à un groupe temporaire
- Possible seulement avec une communication utilisant UDP (TCP forcément connexion 1 vers 1)
- Permet de limiter fortement le trafic pour des applications multimédia gourmandes en bande passante (exemple : diffusion de radio sur Internet)

Unicast: N paquets identiques



Multicast: un seul paquet émis



Le multicast

- Adresse IPv4 multicast (***224.0.0.X***)
  - par transposition adresse Ethernet Multicast
  - ***01:00:5E:(0, 23 bits de poids faible de l'adresse IP)***
- Une machine peut se joindre à un groupe, dynamiquement elle possède alors une nouvelle adresse Multicast (IP et Ethernet)
- Cela se fait à l'aide d'une primitive particulière des *sockets* ***(join)***
- De la même façon elle peut quitter un groupe à tout moment (***leave***)
- La connaissance de l'appartenance au groupe est alors connu au niveau Ethernet (adresse multicast « mappée »)

Procotoles Multicast

Multicast Hôte-Routeur

- **IGMP (Internet Group Management Protocol)**
- **Protocole permettant aux routeurs de connaître l'appartenance des hôtes sur un réseau local**
  - Paquets IGMP émis lorsque un hôte se joint ou quitte un groupe
- Au niveau des commutateurs prise en compte de ces paquets IGMP (protocole IGMP snooping)

Multicast Inter-Routeurs

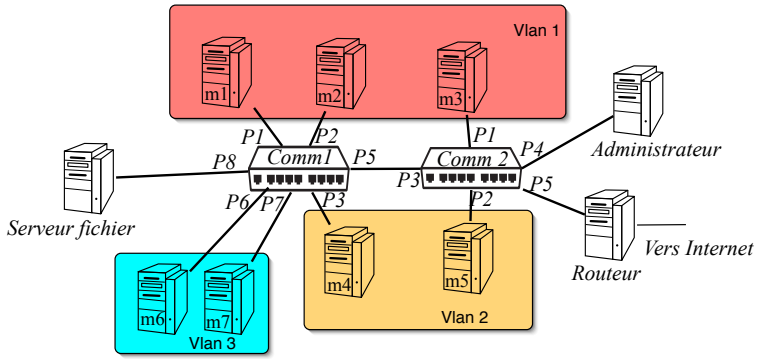
- Algorithmes de routage multicast existants pour la diffusion des groupes entre les routeurs (PIM, MOSPF, DVMRP….)
- Peu utilisé dans Internet (radio locale, télévision IP),

GMRP

- Protocole GARP: Generic Attribute Registration Protocol): permet de propager entre les commutateurs des informations diverses (appelées Attribut)
  - GVRP: appartenance à un VLAN
  - GMRP (GARP Multicast registration Protocol): appartenance à un groupe (Multicast)
- GMRP est une alternative à IGMP Snooping
- Il fonctionne comme IGMP mais au niveau 2, entre les commutateurs et les hôtes

Exercices

- **Soit le réseau suivant**



Configuration par ports sans étiquetage

- Donner les configurations de chaque commutateur par association (Port, VLAN)
- Sachant que
  - On ne veut pas utiliser d'étiquette dans les trames
  - Le routeur doit appartenir aux VLANs 1 et 2
  - Le serveur de fichier doit appartenir aux VLAN 2 et 3
  - La machine administrateur doit pouvoir observer l'ensemble du trafic du réseau
- On peut si nécessaire changer la topologie du réseau
- Comment configure t-on les interfaces sur les machines et le routeur ?

Configuration par ports avec étiquetage

- Donner les configurations de chaque commutateur par association (Port, VLAN)
- Sachant que
  - On peut utiliser des étiquettes entre les commutateurs
  - Le routeur doit appartenir aux VLANs 1 et 2
  - Le serveur de fichier doit appartenir aux VLAN 2 et 3
  - La machine administrateur doit pouvoir observer l'ensemble du trafic du réseau
  - Les cartes réseaux de l'ensemble des machines ne supportent pas le protocoles 802.1Q (pas d'étiquetage possible)
- On devra spécifier les ports supportant l'étiquetage en plus dans le commutateur

Configuration par ports avec étiquetage

- Donner les configurations de chaque commutateur par association (Port, VLAN)
- Sachant que
  - On peut utiliser des étiquettes entre les commutateurs **mais les machines supportent maintenant l'étiquettage**
  - Le routeur doit appartenir aux VLANs 1 et 2
  - Le serveur de fichier doit appartenir aux VLAN 2 et 3
  - La machine administrateur doit pouvoir observer l'ensemble du trafic du réseau
- On donnera les créations des interfaces virtuelles des machines (en particulier du serveur de fichier et du routeur)
- On donnera le dessin du réseau virtuel obtenu et on proposera un plan d'adressage IP

Configuration par ports avec étiquetage

- Que se passe t il si l'on veut faire un ping d'une machine du vlan1 au vlan2
- Quel doit être le contenu des tables de routages des machines et du routeur ?