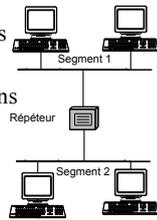


Répéteurs

- Interconnectent plusieurs segments pour :
 - couvrir des distances plus longues que 500 m
 - connecter plus de 100 stations dans un LAN



23/12/2016

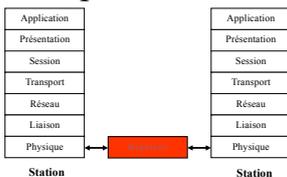
Adapté de J. Ehrensberger

1

Fonctions d'un répéteur

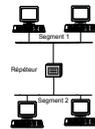
Travaille au niveau de la **couche 1**

- Transmet bit par bit sans décoder les trames
- Régénère le signal
 - Transmission sur une distance plus élevée



Gestion de collisions

1. Collisions causées par d'autres éléments du réseau:
 - Propage la collision reçue vers les autres segments
2. Collisions causées par le répéteur
 - Arrête la transmission et envoie le signal jam
 - Ne ré-émet pas la trame



23/12/2016

Adapté de J. Ehrensberger

2

Hubs

- Réseaux 10Base-T :
 - câblage en étoile
 - mais une **topologie logique en bus**
 - Hub: bus logique
- Hub = **répéteur multi-port**
 - Travaille au niveau de la **couche physique** (niveau des bits)
 - Reçoit et **régénère** les signaux reçus sur chaque port



23/12/2016

Adapté de J. Ehrensberger

3

Fonctions avancées

Auto-partition:

- Permet d'isoler des segments défectueux
 - Arrêt de toute transmission d'un segment en faute vers les autres ports
 - Trafic des autres ports continu à être envoyé sur le segment défectueux
- Segment est considéré défectueux
 - Après 30 collisions consécutives
 - Lors d'une collision permanente
- Cause classique d'un segment défectueux:
 - Oubli de la terminaison de 50 ohms lors de l'installation d'un segment coaxial

23/12/2016

Adapté de J. Ehrensberger

4

Domaine de collision

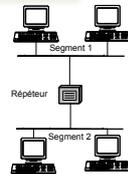
Domaine de collision :

Ensemble des stations et systèmes intermédiaires d'un LAN dont les transmissions peuvent entrer en collision

Exemples

- Un seul segment 10Base-5
- Plusieurs segments interconnectés par un répéteur

➤ Un répéteur élargit le domaine de collision



Adapté de J. Ehrensberger

5

Interconnexion de réseaux locaux

- A l'aide de ponts et de commutateurs
 - Évitent les problèmes de l'interconnexion par des hubs

Pont/bridge:

- Souvent réalisé en logiciel
- Peu de ports (normalement 2)
- Lent

Commutateur/switch:

- Réalisé en hardware
- Beaucoup de ports

23/12/2016

6

Switch transparents

Transparence

- Le switch doit fonctionner sans aucune configuration ou modification du réseau

1. Apprentissage dynamique de la table de filtrage

Adresse MAC	Port de sortie
00-00-0C-E1-F2-03	2
06-20-EE-02-3A-02	1
03-03-35-AC-54-01	1

- #### 1. Résolution automatique de boucles dans la topologie
1. Protocole de l'« arbre recouvrant »

23/12/2016

7

Acheminement et filtrage des trames

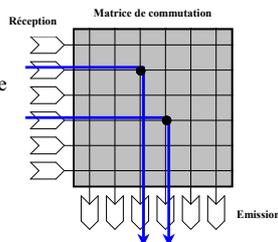
- Hub:
 - Une trame reçue est diffusée sur tous les ports
 - Switch
 - Apprentissage des stations atteignables sur chaque port
 - Filtering Database: Adresse MAC destinataire → Port de sortie
 - Une entrée apprise est valable pendant 5 min (par défaut)
 - Destinataire inconnu: diffusion sur tous les ports
- Diminue la charge du réseau
 ➤ Augmente la sécurité
 ➤ Mais les trames de broadcast se propagent à travers le LAN entier
 ➤ Un seul domaine de broadcast

23/12/2016

8

Commutation

- Port:
 - composé d'un récepteur et d'un émetteur
 - Connecté à une matrice de commutation
- Les ports sont indépendants l'un de l'autre
 - Plusieurs trames peuvent être commutées simultanément
 - Pas de collisions entre les trames de différents ports
- Chaque port représente un domaine de collision



23/12/2016

9

Techniques de commutation:
Store and forward

- Technique
 1. Réception de la trame complète
 2. Analyse et contrôle d'erreurs
 3. Commutation vers le port de sortie
- Avantages
 - Adapté aux configurations asymétriques (10/100 Mb/s)
 - Trames incorrectes sont filtrées
- Inconvénients
 - Temps de latence élevé
 - Nécessite une mémoire tampon de grande taille

23/12/2016

10

Techniques de commutation:
Cut-through switching

- Technique
 1. Le commutateur attend les premiers octets de l'en-tête
 2. Décodage de l'adresse du destinataire
 3. Réception et transmission de la trame **en même temps**
- Avantages
 - Temps de latence très court et constant
 - Mémoire tampon faible
- Inconvénients
 - Contrôle d'erreurs n'est pas possible
 - Ne permet pas de conversion de la vitesse

23/12/2016

11

Techniques de commutation:
Adaptive error free

- Combine store and forward avec cut-through
 - Le commutateur travaille en mode cut-through
 - Le contrôle d'erreurs est effectué pour chaque trame
 - Ne permet pas de filtrer des trames incorrectes
 - Le commutateur change en mode store and forward après plusieurs erreurs consécutives

23/12/2016

12

Inconvénients d'Ethernet commuté

- **Gestion d'adresses**
 - Nécessaire pour le filtrage de trames
 - Nécessite un quantité non-négligeable de mémoire
 - Peut ralentir la commutation de trames
 - Un réseau important doit être sous-divisé en réseaux logiques: **VLAN**
- **Contrôle de flux nécessaire**
 - Congestion d'un switch possible (contrairement à un hub)
 - Configuration asymétrique: 100 Mb/s --> 10 Mb/s
 - Concentration du trafic sur un port de sortie

23/12/2016

13

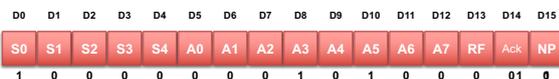
Autonégociation

- La fonction d'autonégociation permet aux cartes réseau de communiquer à la vitesse la plus élevée possible et sélectionner le mode full duplex si celui-ci est supporté par les deux cartes
- Si une carte 10BASE-T est connectée à une carte 100BASE-TX, par exemple, la communication doit s'établir à 10 Mbps full-duplex (si supporté par les deux cartes)
- Utilise des séquences d'impulsions de test de lien (link test pulse)
- Rafales de 33 impulsions qui code les modes implémentés
- Une carte non-compatible les interprète comme test de lien

23.12.16

14

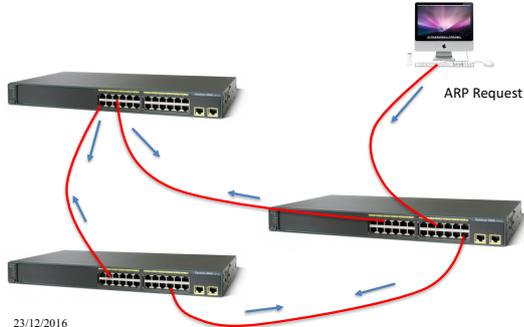
Autonégociation



Bit	Technology
A0 (D5)	10BASE-T ❌
A1 (D6)	10BASE-T full-duplex ❌
A2 (D7)	100BASE-TX ❌
A3 (D8)	100BASE-T full-duplex ✅
A4 (D9)	100BASE-T4 ❌
A5 (D10)	PAUSE operation for flow control ✅
A6 (D11)	Reservé
A7 (D12)	Reservé

Page Suivante
Le même message reçu 3 fois: ACK=1

La redondance crée des boucles



Boucles

- Les messages broadcast et les boucles de niveau 2 peuvent être une combinaison dangereuse
- Les trames Ethernet n'ont pas de TTL
- Une fois qu'une trame Ethernet commence à tourner en boucle, elle va probablement continuer jusqu'à ce qu'un des switches soit éteint ou la liaison soit interrompue

23/12/2016

17

Mais...

- Les switches sont normalement installés en configurations redondantes
 - Fiabilité
- Que faire?

23/12/2016

18

Spanning Tree Protocol

- Le STP est un protocole de **prévention** de boucles
- Permet aux dispositifs de niveau 2 de communiquer pour faciliter la découverte de boucles **physiques**
- Spécifie un algorithme qui peut être employé par les dispositifs de niveau 2 pour créer une **topologie logique** libre de boucles
- Crée une structure en arbre avec des branches et des feuilles, libre de boucles, qui couvre la totalité du réseau de niveau 2

23/12/2016

19

Spanning Tree Algorithm

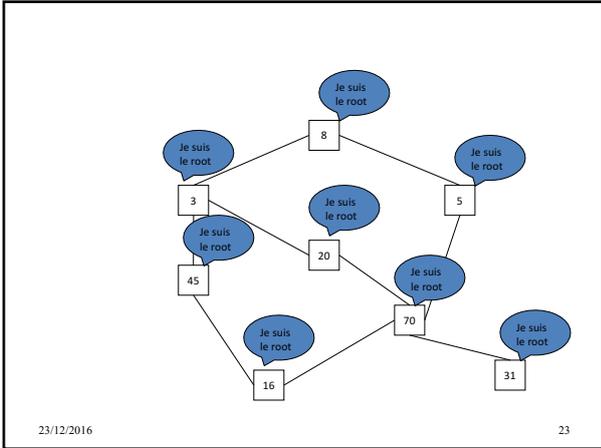
- Le STP trouve un point de référence appelé « root » (racine)
- L'algorithme trouve les chemins disponibles pour arriver à la racine
 - Si il y en a plusieurs, le STP sélectionne le meilleur et bloque les autres

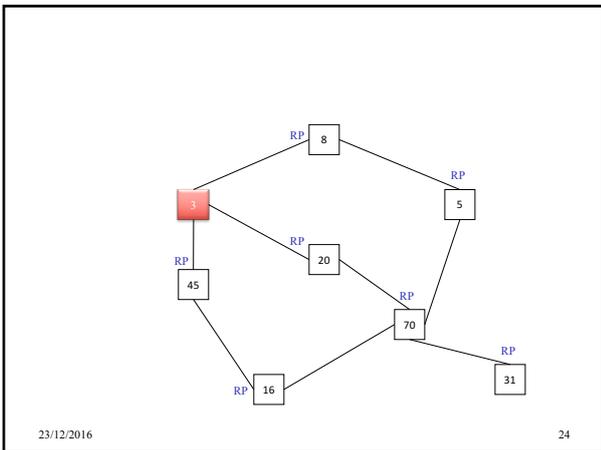
23/12/2016

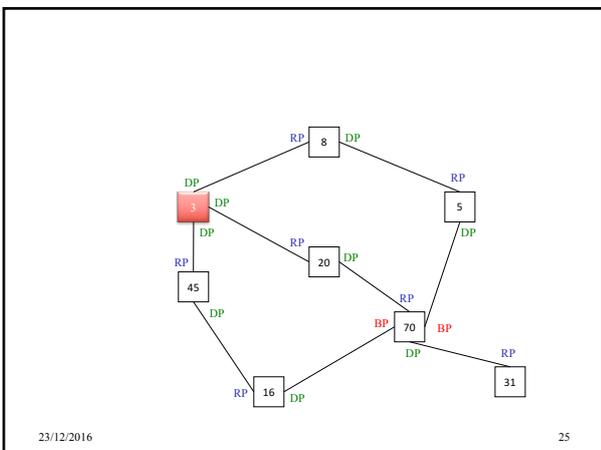
20

Résumé du STP

- Considérer le réseau entier
 - Considérer tous les Switchs et sélectionner le Switch racine (le Root Switch)
- Se concentrer sur chacun des Switchs
 - Trouver le port racine (Root port)
- Se concentrer sur chacun des liens
 - Sélectionner le port désigné (Designated port)
- Les ports qui restent sont bloqués (Blocked port)







Bridge Protocol Data Unit (BPDU)

- Tous les switches qui utilisent STP échangent des BPDU avec les autres
- Envoyés toutes les 2 secondes

23/12/2016

26

BPDU - Structure

Protocol ID	Version	Type	Flags	Root BID	Root Path Cost	Sender BID	Port ID	Message Age	Max Age	Hello Time	Forward Delay
2 bytes	1 byte	1 byte	1 byte	8 bytes	4 bytes	8 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes

- Protocol ID et Version toujours 0
- Type : Configuration ou changement de topologie
- Flags : Utilisé dans le changement de topologie
- Root BID : L'identificateur du pont désigné comme racine
- Root Path Cost : Le coût cumulatif de tout le chemin pour arriver à la racine
- Sender BID : L'identificateur du pont qui a créé la BPDU actuelle

23/12/2016

27

BPDU - Structure

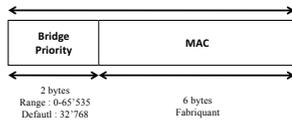
Protocol ID	Version	Type	Flags	Root BID	Root Path Cost	Sender BID	Port ID	Message Age	Max Age	Hello Time	Forward Delay
2 bytes	1 byte	1 byte	1 byte	8 bytes	4 bytes	8 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes

- Port ID : Identifie le port par lequel est sorti la BPDU
- Message Age : Le temps qui s'est écoulé depuis que la BPDU est sortie du root
- Max Age : Le temps avant de se rendre compte qu'une faute indirecte s'est produite
- Hello Time : Temps entre BPDU périodiques
- Forward Delay : Temps des états Listening et Learning

23/12/2016

28

Qu'est-ce qu'un BID ?



- Utilisé pour élire un pont comme root (racine)
- Le Bridge ID **le plus bas** est le root
- Si tous les dispositifs ont la même priorité, le pont avec l'adresse MAC **la plus basse** devient le root

23/12/2016

29

Election d'un pont racine

- Au démarrage, un switch suppose qu'il est root. Dans les BPDU, il annonce son propre BID comme le Root BID
- Si le switch reçoit un Root BID plus bas que le sien, il commence à l'annoncer dans ses BPDU

23/12/2016

30

Root Port

- Chaque switch doit trouver son port racine
- La sélection est basée sur :
 - (1) Chemin dont le coût est le plus bas
 - (2) Match nulle? Le BID du voisin le plus bas
 - (3) Match nulle? La priorité du port (du voisin) la plus basse
 - (4) Match nulle? Le numéro de port le plus bas du voisin
 - (5) Match nulle? Le numéro de port local le plus bas

23/12/2016

31

(1) Le coût du chemin

- Calcule basé sur :
 - La vitesse du lien
 - Le nombre de liens jusqu’au root
- Si un port a le coût le plus bas, il est mis en état de forward et il est élu le root port

23/12/2016

32

(1) Le coût du chemin

Bande passante	Coût STP
4 Mbps	250
10 Mbps	100
16 Mbps	62
45 Mbps	39
100 Mbps	19
155 Mbps	14
622 Mbps	6
1 Gbps	4
10 Gbps	2

23/12/2016

33

(2) Le BID

- Si tous les chemins ont des coûts identiques, le switch utilise les Bridge IDs (BID) pour déterminer le Root Port
- Le port qui reçoit le Bridge ID le plus bas sera choisi comme Root Port

23/12/2016

34

(3) Priorité/numéro de port

- Déjà dit avant: Si les coûts et les BID des voisins sont identiques (dans quel cas?), le switch utilise la priorité du port du voisin pour choisir le Root port
- La priorité **la plus basse** gagne
- Si tous les ports voisins ont la même priorité, le port connecté au port voisin dont le numéro est **le plus bas** devient le Root port
- Si les numéros de ports sont les mêmes, utiliser le port local (**le plus bas**)

23/12/2016

35

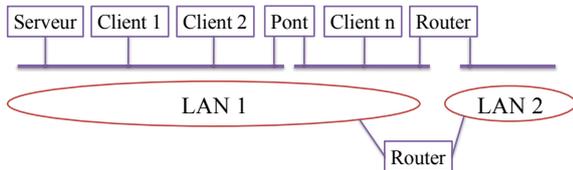
Virtual LAN

- Qu'est-ce qu'un LAN et un VLAN?
- Types de Virtual LANs
- La norme IEEE 802.1Q

23/12/2016

36

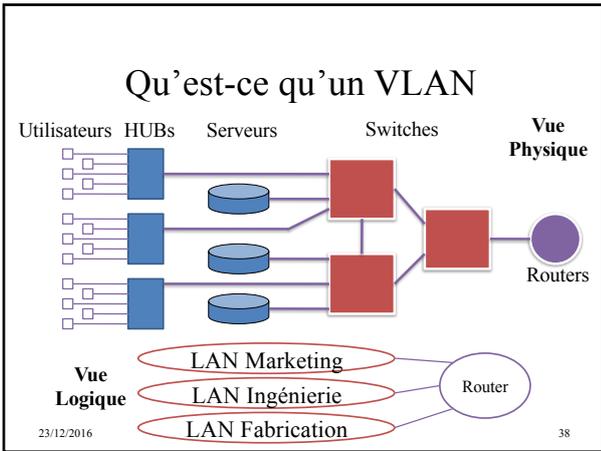
Qu'est-ce qu'un LAN

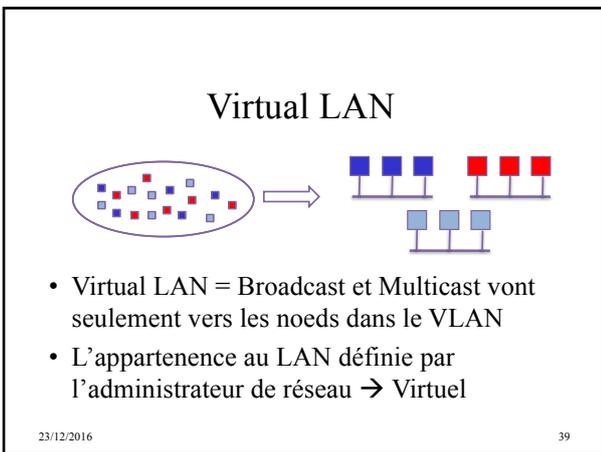


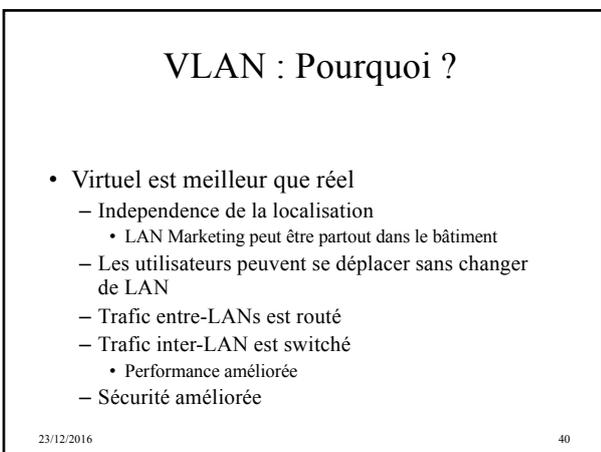
- LAN : Un seul domaine de broadcast
- Pas de routage entre membres d'un LAN
- Routage nécessaire entre LANs

23/12/2016

37







Types de Virtual LANs

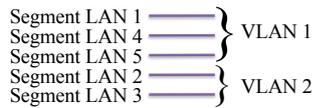
- Couche 1 = Ports physiques
- Couche 2 = Adresses MAC
- Couche 3 = IP

Port	VLAN		VLAN 1	VLAN 2	VLAN 1	VLAN 2
	1	2				
0/1	√		A1B234565600	21B334165600	23.45.6	
0/2		√	D34578923434	C44538923434		
0/3	√		124567023023	44355622F023		
0/4		√	345244771234	2334A2112341		
0/5		√	122156764533	432156312233		
			3452789C2522	2379009A2521		
			344722FF1221	3111CCDF1211		

23/12/2016

41

VLAN de Niveau 1



- Appelé aussi « port switching »
- Peut être utilisé pour fournir la sécurité et l'isolement
- Ne permet pas la mobilité d'utilisateurs
- Utilisateur déplacé à un nouveau subnet → nouvelle adresse IP
→ Doit peut-être traverser un router pour avoir accès à l'ancien serveur

23/12/2016

42

VLAN de Niveau 2

- LANs définis par une liste d'adresses MAC
- Fournit une mobilité totale à l'utilisateur
- Clients et serveurs toujours dans le même LAN malgré l'emplacement physique
- Problème : Trop d'adresses doivent être introduites et gérées !



23/12/2016
