

TD 4

RESEAUX LOCAUX (LAN)

Les concentrateurs (*hub*) et les commutateurs (*bridges* et *switchs*) sont des équipements qui étendent la portée d'un réseau local en reliant entre eux plusieurs segments Ethernet. Les segments Ethernet que ces équipements interconnectent forment un domaine de diffusion unique : une trame émise sur un des segments peut se retrouver sur tous les autres segments du réseau local.

Les concentrateurs étendent le domaine de collision des segments Ethernet qu'ils interconnectent : une trame émise sur un de ces segments est systématiquement retransmise sur l'ensemble des autres segments sans éviter ni les collisions, ni les boucles d'acheminement.

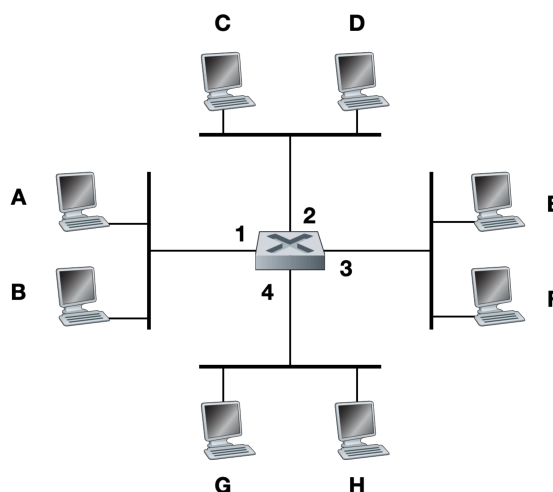
Pour pallier ces problèmes, les commutateurs (*bridges* ou *switchs*) exécutent les fonctions suivantes : le CSMA/CD, l'auto-apprentissage et le STP (*Spanning tree protocol*). Le CSMA/CD permet aux commutateurs de diviser le réseau local en domaines de collision. L'auto-apprentissage évite l'inondation systématique des trames. Enfin, le STP évite les boucles d'acheminement.

1. AUTO-APPRENTISSAGE

Grâce à l'auto-apprentissage, un commutateur évite l'inondation systématique des trames en maintenant une table, dite table de commutation ou table CAM, où chaque entrée met en correspondance l'adresse MAC d'une machine et le port qui permet de joindre cette machine.

Exercice 1.1

Le réseau suivant représente un réseau local formé de 4 segments Ethernet (bus) connecté par un *bridge* (ancêtre du commutateur). Chaque segment héberge deux stations. On suppose que le bridge vient d'être mis sous tension et que sa table de commutation est vide. Il démarre l'auto-apprentissage du réseau suite à l'envoi des messages listé ci-dessous.



Broadcast envoie en
phase d'apprentissage

unicast après
apprentissage

1. Préciser sur quel(s) port(s) chaque message est renvoyé.

- a) A envoie à E ; 2,3,4
- b) A envoie à B ; 2,3,4

- c) G envoie à E ; 1,2,3
 d) E envoie à A ; 1
 e) E envoie à B ; 2,4,1
 f) A envoie à B ; 2,3,4
 g) H envoie à G. ~~1,2,3~~ aucun puisque G a broadcast, il broadcast sur le bus

2. Pour chaque message envoyé précédemment, compléter l'entrée que le bridge crée dans sa table de commutation.

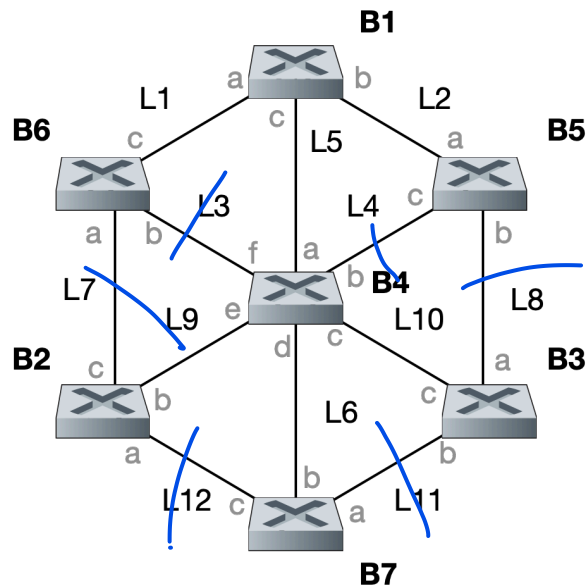
| Message | Adresse MAC | Port |
|---------|-------------|------|
| a) | A | 1 |
| b) | - | - |
| c) | G | 4 |
| d) | - | - |
| e) | E | 3 |
| f) | - | - |
| g) | H | 4 |

2. SPANNING TREE

L'algorithme du STP (*Spanning Tree Protocol*) est un protocole de niveau 2 permettant de construire sur la topologie du réseau de commutateurs, un arbre couvrant, évitant ainsi les boucles et donc les tempêtes de broadcasts.

Exercice 2.1

La figure suivante représente un réseau Ethernet commuté composé de 7 commutateurs (*bridges* ou *switchs*) qui exécutent STP.



On supposera que les adresses MAC des commutateurs classées par ordre croissant suivent le même ordre que le numéro qui apparaît dans leur notation.

1. Quels sont les liens appartenant à l'arbre couvrant après convergence du protocole STP ?
2. L'arbre résultant du STP vous paraît-il efficace ? Est-il possible de le modifier ? Si oui comment ?
3. Les sept commutateurs font de l'auto-apprentissage. Une station A connectée au commutateur B2 (via le port d de B2 non représenté sur la figure) envoie un message à une station B connectée au commutateur B5 (via son port d). Une fois ce message reçu, la station B envoie un message en réponse à la station A. On supposera qu'aucun autre message n'a circulé dans le réseau avant (ni pendant) cet échange. Lister l'ensemble des liens empruntés par les messages échangés entre A et B.
4. Indiquer, pour chaque commutateur, l'état de chacun de ses ports : « Racine », « Désigné » ou « Bloqué ».
5. A quoi correspondent les liens qui n'appartiennent pas à l'arbre couvrant ?
6. Les trames envoyées par A à B, passent-elles en réalité uniquement par les liens de l'arbre ?
7. Donner, à l'issue de l'échange entre les stations A et B, les deux entrées des tables de commutation de chacun des commutateurs, correspondant à A et à B.

| Commutateur | Entrée pour A | Entrée pour B |
|-------------|---------------|---------------|
| B1 | | |
| B2 | | |
| B3 | | |
| B4 | | |
| B5 | | |
| B6 | | |
| B7 | | |

3. VLAN

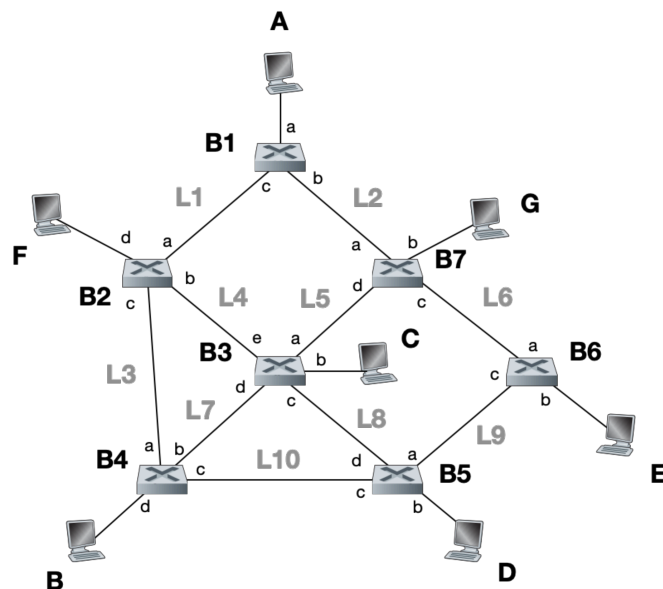
Un VLAN (*Virtual Local Area Network*) est un réseau regroupant un ensemble de machines de façon logique. Plusieurs VLANs peuvent coexister sur un même réseau physique (LAN). Découper le LAN en plusieurs VLANS permet de le décomposer en plusieurs domaines de diffusion (un par VLAN).

Exercice 3.1

Le réseau ci-dessous représente un réseau Ethernet commuté où

- B1, B2, ..., et B7 sont des commutateurs (*switchs*) ;
- A, B, C, D, E, F et G sont des machines hôtes.

On supposera que les adresses MAC des commutateurs classées par ordre croissant suivent le même ordre que le numéro qui apparaît dans leur notation.



1. Donner la liste des liens appartenant à l'arbre couvrant une fois que le protocole STP a convergé sur tous les commutateurs.

2. Donner l'état des ports (Racine, Désigné ou Bloqué) des commutateurs.
3. La première trame envoyée dans le réseau est envoyée par la station B et est à destination de E.
 - a) Lister l'ensemble des liens empruntés par cette trame.
 - b) Une fois cette trame reçue par E, lister les commutateurs qui savent joindre B et ceux qui savent joindre E.
 - c) E répond à B en retournant une trame. Lister les liens qu'emprunte cette réponse.
 - d) Lister les commutateurs qui savent joindre B et E et pour chacun d'eux les ports concernés.

| Destination | Commutateur | Port |
|-------------|-------------|------|
| B | B1 | |
| | B2 | |
| | B3 | |
| | B4 | |
| | B5 | |
| | B6 | |
| | B7 | |
| E | B1 | |
| | B2 | |
| | B3 | |
| | B4 | |
| | B5 | |
| | B6 | |
| | B7 | |

4. On suppose à présent que les commutateurs sont configurés avec 3 VLANs. Les machines hôtes appartiennent chacune à un seul VLAN.
 - A, B et C appartiennent au VLAN 1 ;
 - D et G appartiennent au VLAN 2 ;
 - E et F appartiennent au VLAN 3.

Les tables de VLAN pour chacun des commutateurs sont les suivantes :

| Commutateur | Port | VLANs |
|-------------|------|-------|
| B1 | a | 1 |
| | b | 1 |
| | c | 1 |
| B2 | a | 1 |
| | b | 3 |
| | c | 1 |
| | d | 3 |
| B3 | a | 1, 2 |
| | b | 1 |
| | c | 3 |
| | d | 1, 2 |
| | e | 3 |
| B4 | a | 1 |
| | b | 1, 2 |
| | c | 2 |
| | d | 1 |
| B5 | a | 3 |
| | b | 2 |
| | c | 2 |
| | d | 3 |
| B6 | a | |
| | b | 3 |
| | c | 3 |
| B7 | a | 1 |
| | b | 2 |
| | c | |
| | d | 1, 2 |

a) Compléter la figure en représentant les liens qui appartiennent aux 3 VLANs.

- b) On suppose que les commutateurs génèrent une instance du protocole STP par VLAN. Donner les liens appartenant à l'arbre couvrant résultant pour chacun des 3 VLANs.
- c) Combien d'entrées la table de commutation du commutateur B2 peut-elle contenir au maximum ?
- d) Donner les tables de commutations « maximales » des commutateurs (supposant que chaque commutateur a vu passer une trame de toutes les machines appartenant aux VLANs qu'il connecte).

| B1 | B2 | B3 | B4 |
|------|------|------|------|
| MAC | MAC | MAC | MAC |
| Port | Port | Port | Port |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| B5 | B6 | B7 |
|------|------|------|
| MAC | MAC | MAC |
| Port | Port | Port |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- e) Donner les chemins empruntés si les machines B et C communiquent entre elles. Idem entre G et D, et entre G et E.
- f) Supposons que les machines hôtes B et G envoient un fichier de grande taille à C et D respectivement. Quel est le débit de transfert des fichiers si les liens reliant les commutateurs sont des liens à 1 Gbit/s ?
- g) Répondre à la question précédente si, à présent, B envoie son fichier à A (au lieu de C).