

## SAE2.3 - Réseaux

### Situation d'apprentissage et d'évaluation

Les objectifs de ce travail sont de démontrer votre capacité à :

- manipuler une structure de données représentant un graphe étiqueté;
- concevoir de nouvelles structures de données pour modéliser des équipements réseaux (station, switch);
- utiliser ces structures pour modéliser une architecture de réseau local;
- comprendre le protocole Ethernet et coder l'algorithme de diffusion d'un message au sein d'un réseau local;
- comprendre le protocole STP et coder l'algorithme de synchronisation des switchs par envoi de BPDU.

Ce projet est à réaliser en trinôme et donnera lieu à une présentation évaluée en fin de module. Vous aurez à présenter et justifier vos choix, expliquer le fonctionnement de vos algorithmes puis exécuter une démonstration de votre code.

L'ensemble des développements réalisés dans ce projet se basent sur la librairie de gestion de graphes construite lors du module *M23 - Théorie des graphes* et seront donc réalisés en langage C. La qualité de votre code (clarté, nom des variables, organisation, makefile, commentaires, etc.) sera elle aussi évaluée.

### Étape 1 : Conception et définition des structures de données

La première étape consiste à créer des structures de données pour représenter les équipements du réseau local : stations et switchs. Pour cela, vous aurez tout d'abord besoin de créer des types permettant de représenter des adresses Ethernet et IPv4. L'adresse IP ne servira ici qu'à identifier les stations dans le réseau puisqu'il n'est pas demandé de modéliser l'algorithme de routage IP.

Une station sera représentée par les informations suivantes :

- adresse MAC (Ethernet)
- adresse IP

Un switch sera représenté par les informations suivantes :

- adresse MAC (Ethernet)
- nombre de ports
- priorité (pour le protocole STP)
- table de commutation

Enfin, il faudra définir une structure permettant de représenter un réseau local interconnectant plusieurs équipements. Pour cela, vous pouvez vous appuyer sur la structure de graphe étiqueté vue en M23.

Pour toutes ces structures et types de données, créez l'ensemble des fonctions permettant de les visualiser correctement (affichage de l'adresse IP en notation décimale pointée, de l'adresse MAC en hexadécimal, table d'association d'un switch, etc.).

### Étape 2 : Stockage d'une architecture dans un fichier de configuration

Afin de pouvoir créer rapidement des architectures utilisant vos structures de données, un réseau local sera encodé dans un fichier de configuration dont le format est imposé.

Il s'agit d'un fichier texte contenant une première ligne d'en-tête comportant deux nombres séparés par un espace : le nombre d'équipements dans le réseau, suivi du nombre de liens interconnectant ces équipements. Ensuite, les lignes suivantes correspondront à chaque équipement réseau décrits par les informations nécessaires pour les créer (adresses MAC et IP pour les stations, adresse MAC, nombre de ports et priorité pour les switchs). Le type d'équipement sera donné par un entier en début de ligne (1 pour une station, 2 pour un switch).

Les switchs seront toujours regroupés en premier dans le fichier, suivis des stations.

Enfin, les lignes suivantes correspondent à chaque lien d'interconnexion, représenté par les numéros des deux équipements interconnectés par ce lien ainsi que le coût (poids) de ce lien.

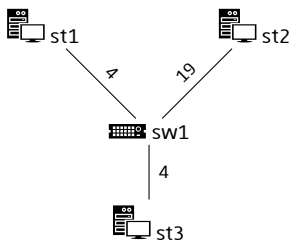
Rappel : le poids des liens est dépendant du débit. Le protocole STP les définit de la façon suivante :

- 10Mb/s : poids = 100
- 100Mb/s : poids = 19
- 1Gb/s : poids = 4

Un exemple est donné ci-dessous :

```
4 3
2;01:45:23:a6:f7:ab;8;1024
1;54:d6:a6:82:c5:23;130.79.80.21
1;c8:69:72:5e:43:af;130.79.80.27
1;77:ac:d6:82:12:23;130.79.80.42
0;1;4
0;2;19
0;3;4
```

Ce fichier de configuration correspond au réseau suivant :



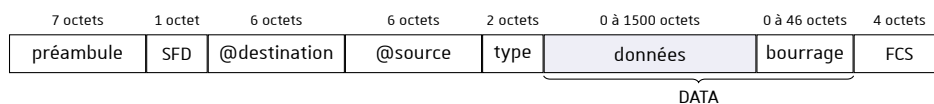
avec :

0. switch sw1
  - adresse MAC : 01 :45 :23 :a6 :f7 :ab
  - nombre de ports : 8
  - priorité : 1024
1. station st1
  - adresse IP : 130.79.80.21
  - adresse MAC : 54 :d6 :a6 :82 :c5 :23
2. station st2
  - adresse IP : 130.79.80.27
  - adresse MAC : c8 :69 :72 :5e :43 :af
3. station st3
  - adresse IP : 130.79.80.42
  - adresse MAC : 77 :ac :d6 :82 :12 :23

### Étape 3 : Commutation de trames Ethernet

Afin de simuler un échange de trame Ethernet dans un réseau local, il faut tout d'abord créer une structure de données permettant de représenter une telle trame. Afin d'être très proche de la réalité, il est demandé que la structure corresponde fidèlement à l'architecture réelle d'une trame Ethernet même si seuls les champs d'adresse (et éventuellement de type) seront utilisés dans ce projet.

Rappel - le format d'une trame Ethernet est le suivant :



Chaque champ occupe un nombre entier d'octets :

- préambule : synchronisation 7 octets 10101010 (début peut être perdu)
- SFD (Start of Frame Delimiter) : début de l'info utile 1 octet 10101011
- adresse destination : 6 octets
- adresse source : 6 octets

- type : 2 octets - indique quel protocole est concerné par le message.  
Ex : **0x0800** (IPv4), 0x0806 (ARP), 0x86DD (IPv6)...
- DATA (données) : 46 à 1500 octets (y compris bourrage/padding éventuel)
- FCS (Frame Check Sequence) : 4 octets - code polynomial *détecteur* d'erreurs

Prévoir une fonction d'affichage d'une trame en mode "utilisateur", avec les informations clairement présentées (source, destination, type, etc.) et aussi en hexadécimale (contenu "brut" des octets dans la trame).

## Étape 4 : Spanning Tree Protocol

Cette étape consiste à implanter le protocole STP au sein d'un réseau local avec échange des BPDU entre les switches.

On chargera un réseau à partir d'un fichier de configuration. Toutes les tables d'associations seront vides au départ. Tous les ports seront dans un état inconnu. Le protocole STP permettra de configurer automatiquement tous les ports de tous les switches du réseau local par échange de BPDU jusqu'à convergence.

Rappel : un port de chaque switch est élu "port racine", certains sont bloqués pour couper les cycles et les autres sont des ports dits "désignés" (ouvert à la transmission d'information). Voir l'exercice fait en TD et le document fourni sur Moodle.