

## Protocoles réseaux

### TD n° 6 : Algorithmes de routage en plan de contrôle : OSPF, un protocole à état de lien

Le protocole à état de lien OSPF (*Open Shortest Path First*) est un protocole de routage où chaque routeur gère une base de données (*LSDB*). Idéalement, la base de chaque routeur devrait être une image du réseau (ou tout au moins de sa propre *aire*, voir exercice 3), et donc tous devraient avoir la même. La métrique utilisée est une valeur scalaire additive, appelée *coût*. On cherche à minimiser le coût d'un chemin.

#### Exercice 1 : protocole à état de lien naïf

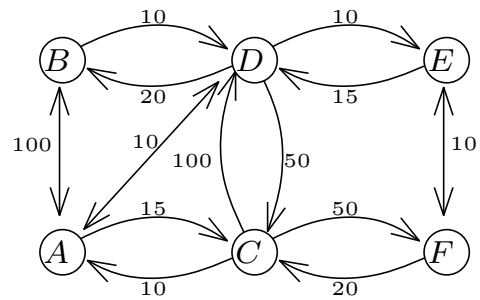
Chaque routeur détermine l'état de ses connections (liens) avec les routeurs voisins, puis il diffuse cette information sous forme d'un LSA (*Link-State Advertisement*). L'ensemble des LSA reçus forme la LSDB. À partir de cette base de données, chaque routeur va calculer sa table de routage grâce à l'algorithme *Shortest Path First* (SPF) ou *algorithme de Dijkstra*.

On utilise la métrique des routeurs Cisco : le coût d'un lien est égal à  $100/d$ , où  $d$  est le débit du lien en Mb/s. Soit le réseau avec la topologie suivante (c'est la métrique qui est écrite, pas  $d$ ) :

1. La LSDB ne contient que les liens bidirectionnels.

Comment le protocole fait-il pour éliminer les liens unidirectionnels ?

2. Écrire le LSA diffusé (par inondation) par chaque routeur.
3. Construire la LSDB commune à tous les routeurs.
4. Donner les arbres de plus courts chemins calculés par les routeurs  $A$ ,  $B$  et  $C$  à partir de la LSDB.
5. En déduire la table de routage de ces trois routeurs.
6. La liaison  $EF$  tombe en panne. Montrer que se crée alors une boucle de routage temporaire.
7. Qu'est-ce qui change dans la base de données, l'arbre calculé par  $C$  et la table de routage de  $C$  après inondation par  $E$  et  $F$  ?
8. Dans OSPF, un LSA qui n'est ni réémis ni remplacé par un nouvel LSA par son émetteur expire au bout d'une demi-heure. Que se passe-t-il pendant la demi-heure qui suit la mort d'un routeur ?



#### Exercice 2 : taille des tables

On considère à nouveau le réseau de l'exercice 1.

1. Une entrée de la LSDB (base de données dont chaque routeur a une copie) correspond à un LSA, c'est-à-dire à une entête et la liste des couples (voisin, distance( $R$ , voisin)) d'un routeur  $R$ . On suppose que l'entête prend 16 octets et que chaque couple prend également 16 octets. Calculez la taille de la LSDB dans ce réseau en état de lien naïf.
2. On suppose qu'une entrée de table de routage à vecteur de distances prend 24 octets de mémoire. Calculez la taille :
  1. de la table de routage non redondante du routeur  $D$  ;
  2. de la table de routage 3-redondante (on garde les trois meilleures routes) du routeur  $D$ .



### Exercice 3 : réseau à accès multiple

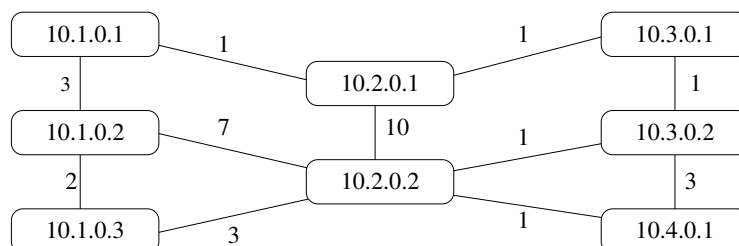
En pratique, un réseau OSPF est constitué de plusieurs réseaux locaux. Or un réseau local peut être soit un lien point-à-point (entre deux nœuds), soit un réseau à accès multiple (plusieurs nœuds sur un même lien logique, comme Ethernet, ou physique, comme le Wifi).

1. Quels problèmes aurait-on si l'on modélisait les réseaux à accès multiple comme un graphe complet entre tous leurs membres ?
2. Quelle solution adopte-t-on dans OSPF ?

### Exercice 4 : aires

On considère le réseau suivant :

1. Donner la table de routage du routeur 10.1.0.1
2. Quelle route un paquet prend-il pour aller de 10.1.0.1 à 10.4.0.1 ?



Afin de pouvoir mieux gérer un réseau de grande importance et réduire les échanges d'information, on divise ce dernier en plusieurs **aires** (*area*).

- Un lien ou un réseau appartient à une seule aire, les frontières d'aire se situent sur les routeurs et non sur les liens.
- Les paquets dont la source et la destination sont dans la même aire doivent être routés sans sortir de cette aire
- Les aires ont un numéro (sur 32 bits)
- Les paquets ayant origine dans une aire et destination dans une autre sont routés de leur aire d'origine à l'aire 0, puis dans l'aire 0, puis au sein de l'aire de destination
- l'aire 0 est le **backbone** du réseau. Tout routeur qui appartient à plusieurs aires doit appartenir à l'aire 0
- Les annonces de lien (LSA) ne sont propagées qu'au sein d'une aire
- Les routeurs aux frontières des aires annoncent des **destinations** au sein de leur aire (aggrégation de préfixes qu'ils savent atteindre)

On découpe maintenant notre réseau en deux aires : les routeurs en 10.1.0.0/16 et 10.2.0.0/16 sont dans l'aire 1, et ceux en 10.2.0.0/16, 10.3.0.0/16 et 10.4.0.0/16 dans l'aire 0.

3. Quelle vue du monde le routeur 10.1.0.1 possède-t-il ?
4. Donner sa table de routage
5. Et la route que suit un paquet pour aller de 10.1.0.1 à 10.4.0.1 ?
6. On crée une aire 2 pour les routeurs en 10.3.0.0/16 et en 10.2.0.0/16 et une aire 3 pour les routeurs en 10.4.0.0/16 et en 10.2.0.0/16. L'aire 0 est constituée des deux routeurs en 10.2.0.0/16. Qu'est-ce que cela change pour le routage de 10.1.0.1 à 10.4.0.1 ? Que penser de cette topologie ?

### Exercice 5 : nommage

Dans l'exercice précédent, les noms des routeurs semblent être des adresses IP. Qu'en pensez-vous ?



### Exercice 6 : coût et trafic

Le protocole OSPF peut utiliser une métrique qui dépend du débit nominal de ses interfaces. Le but de cet exercice est de comprendre pourquoi une métrique qui dépendrait de la charge ne conviendrait pas.

On considère donc le réseau ci-contre où le coût d'un lien est fonction de son trafic.

1. On suppose que le trafic est le même sur tous les liens et donc que les liens ont tous le même coût. Donner les tables de routages des routeurs du réseau.
2. On suppose que les liens ont tous le même coût 1, puis que  $B$  envoie du trafic vers  $D$ , augmentant de 2 le coût de tous les liens sur la route de  $B$  vers  $D$ .
  1. Donner les nouveaux coût des liens du réseau et les tables de routages des routeurs du réseau après rediffusion du nouvel état de lien.
  2. Par où transitent les paquets de  $A$  vers  $D$  après la mise à jour des tables de routage ? Que va t-il se passer ?

