Le routage dynamique / Le protocole OSPF

Le protocole *OSPF* (Open Shortest Path First) rentre dans la catégorie des protocoles *à état de lien*.
Dans le protocole à vecteur de distance RIP, on cherche à minimiser le nombre de sauts, mais sans aucune garantie que le chemin emprunté soit en réalité le plus performant (en termes de débit par exemple). De plus avec RIP, chaque routeur ne connaît que ses voisins immédiats, il n'a donc pas connaissance de l'ensemble de la topologie du réseau. Enfin, le protocole RIP est limité aux petits réseaux (15 routeurs maximum) et est assez gourmand en termes de bande passante puisqu'il nécessite l'échange d'un volume de données assez important. Le protocole OSPF est une alternative qui offre de meilleurs performances que RIP.

Objectifs de cette activité :

- ✗ Appliquer l'algorithme de Dijkstra à la recherche du chemin le plus court dans un réseau maillé
- ✗ Programmer l'algorithme de Dijkstra

Principe général du protocole OSPF

Le protocole OSPF propose une approche tout à fait différente : au lieu de s'intéresser au nombre de sauts, il va chercher à optimiser le débit des liaisons empruntées. Pour cela, chaque routeur va devoir connaître **l'intégralité du réseau** avec le **débit associé à chaque lien** afin d'appliquer un algorithme de recherche de chemin optimal.
On peut faire un parallèle entre le fonctionnement d'OSPF et celui de nos logiciels de guidage par GPS. En effet, dans ce type de logiciels :

- l'ensemble de la carte de France et de ses routes est connue du logiciel
- le type de chaque route est renseigné ainsi que la vitesse autorisée sur la route
- le calcul d'itinéraire va permettre le calcul d'un chemin permettant par exemple d'emprunter les routes sur lesquelles la vitesse est la plus importante (temps le plus court).

Q1. **Prendre connaissance** de la vidéo (https://peertube.lyceeconnecte.fr/videos/watch/dbbf4c4e-004f-40db-b2c8-de87d98510f5) de Claude Chaudet (Institut Mines-Télécom) qui expose le principe du routage à état de lien.

Découverte de la topologie du réseau

OSPF a besoin de connaître la topologie du réseau ainsi que la qualité de chaque lien en terme de bande passante. Pour cela, chaque routeur va fabriquer une *table de*

voisinage : il s'agit d'un tableau permettant d'identifier tous les routeurs qui lui sont connectés ainsi que le débit associé à chaque lien.
Pour obtenir ces informations, le routeur échange périodiquement des messages (appelés messages *hello*) avec ses voisins (fig1).
Une fois tous ses voisins directs identifiés, le routeur va envoyer sa table de voisinage à *tous les autres routeurs* du réseau. Il va recevoir des autres routeurs leurs tables de voisinages et ainsi pouvoir constituer une **cartographie complète** du réseau.

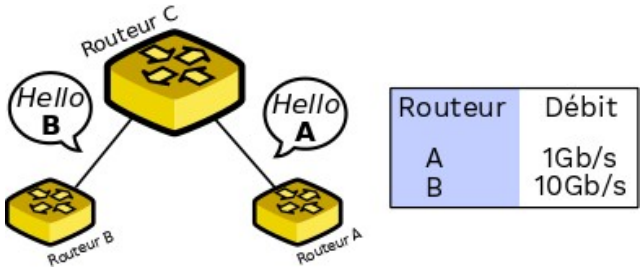

Figure 1: Message Hello

L'algorithme de Dijkstra

L'algorithme de Djikstra datant de 1959 permet de trouver le chemin le plus court sur un graphe.

Application de l'algorithme sur un exemple

Considérons qu'après les échanges de messages *hello*, la cartographie suivante du réseau a été constituée :

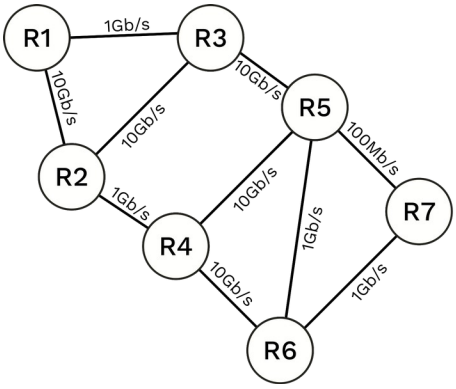

Figure 2: Exemple de réseau maillé

Nous cherchons à déterminer le chemin le plus rapide entre R1 et R7. L'outil en ligne graphonline (https://graphonline.ru/fr?graph=BPTnrZPMWqlGXaGe) permet de le faire visuellement via le menu *Algorithmes / plus court chemin avec l'algorithme de Djisktra*.

Ainsi, contrairement à RIP, le chemin qu'OSPF nous indiquera sera R1 => R2 => R3 => R5 => R4 => R6 => R7.

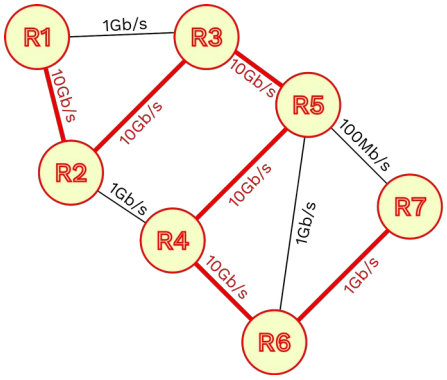

Figure 3: Chemin le plus court

Ce chemin n'est clairement pas le plus efficace en termes de sauts mais est le plus rapide en termes de débit car il n'exploite pratiquement que des liaisons à 10 Gb/s.

Principe de l'algorithme

Le principe de fonctionnement de cet algorithme est décrit sur la vidéo suivante : https://peertube.lyceeconnecte.fr/videos/watch/3acb5513-c8ba-4a26-8bc8-d10931e5723b

Djisktra permet de minimiser la longueur d'un chemin, or nous souhaitons maximiser le débit sur nos liaisons. Nous allons donc considérer l'inverse de la bande passante de nos liens pour appliquer Djisktra : maximiser les débit revient à minimiser l'inverse des débits :

- 1 Gb/s sera affecté du poids 1
- 10 Gb/s sera affecté du poids 0.1
- 100 Mb/s sera affecté du poids 10

Le tableau est constitué, à chaque nouvelle ligne les distances totales vers les destinations possibles sont calculées et la plus petite (en gras) est retenue. Cette valeur est ensuite écrite sur une nouvelle ligne.
Pour empêcher les retours, une fois une destination choisie (en gras), le reste de la colonne est désactivé en notant des x.

Appliqué au réseau de la figure 3, cet algorithme fournira la table de recherche du chemin optimal suivante :

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
0 - R1						
0 - R1	0.1 - R1	1 - R1				
x	**0.1 - R1**	0.2 - R2	1.1 R2			
x	x	**0.2 - R2**		0.3 - R3		
x	x	x	0.4 - R5	**0.3 - R3**	1.3 - R5	10.3 - R5
x	x	x	**0.4 - R5**	x	0.5 - R4	
x	x	x	x	x	**0.5 - R4**	1.5 - R6
x	x	x	x	x	x	**1.5 - R6**

On peut ainsi reconstituer l'itinéraire optimal en partant de R7 et en remontant à l'envers en utilisant le champ origine :
R1 => R2 => R3 => R5 => R4 => R6 => R7 avec un poids total minimum de 1,5.

Q2. **Extraire** de cette table le chemin optimal entre R1 et R5
Q3. **Appliquer** l'algorithme de Djikstra pour déterminer un chemin optimal entre R1 et R7 dans le cas où la liaison R4-R5 est supprimée.