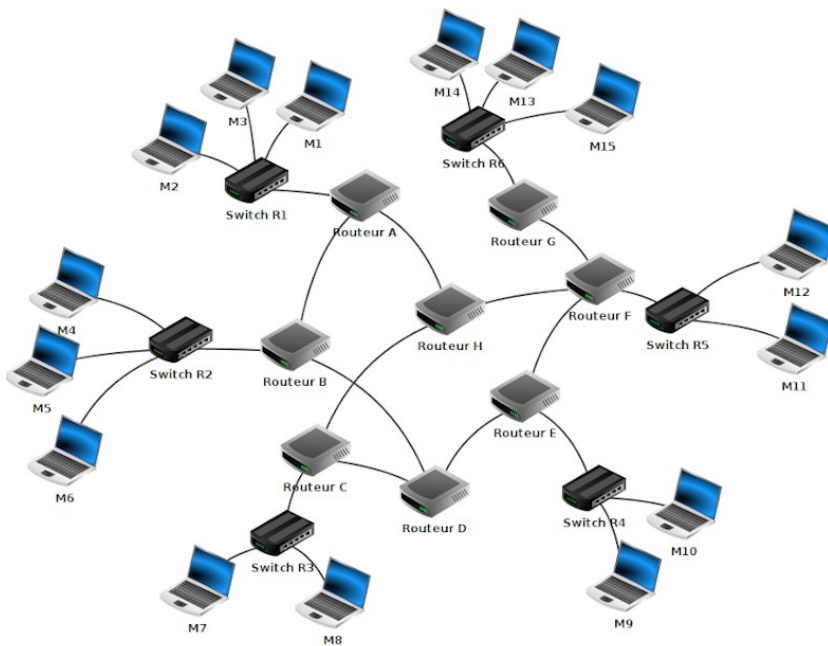


CH8 Routage des données



Dans ce réseau, on souhaite transférer un paquet depuis la machine M1 vers la machine M10... On constate qu'il y a **beaucoup** de chemins possibles !!

Pourquoi privilégier un chemin plutôt qu'un autre ? Comment diriger correctement et de façon sécurisée le paquet dans le réseau ?

Nous allons découvrir les 2 protocoles les plus utilisés qui permettent de répondre au problème (RIP et OSPF), ainsi que les méthodes de sécurisation.

Rappels sur les réseaux : <https://youtu.be/s18KtOLpCg4>

1 Le routage

→ ACT1 Trouver son chemin **TRAVAIL A RENDRE**

(a) Le rôle du routeur

Un paquet de données qui doit traverser un réseau n'a *a priori aucune idée* du chemin qu'il va devoir suivre. Il fait entièrement confiance aux indications fournies par les *routeurs*, espérant que celles-ci soient les plus fiables possibles.

La **box** domestique est un bon exemple de routeur qui possède plusieurs interfaces réseau :

- une interface est connectée au réseau de l'opérateur (FAI).
- une interface filaire (ethernet) connectée au réseau local
- une interface Wifi

Un **routeur sur internet** est un peu plus sophistiqué, possède souvent plus de ports et ressemble d'extérieur à un *switch*. Il dispose d'un logiciel interne bien plus sophistiqué afin de lui permettre de communiquer avec ses routeurs *voisins* pour l'aider à déterminer les meilleures routes à emprunter pour acheminer ses paquets.



Le routeur reçoit un paquet sur l'un de ses ports et sa mission consiste essentiellement à déterminer sur lequel de ses autres ports il doit réacheminer le paquet. Il doit le faire très vite et s'adapter à un environnement qui change (routes qui apparaissent et disparaissent).

(b) La table de routage

Vidéo explicative : <https://youtu.be/sT9-lcbjqzI>

A retenir :

On appelle le **protocole de routage** l'ensemble des règles qui permettent de trouver le chemin dans le réseau pour un paquet donné.

Pour choisir le bon chemin, le routeur s'appuie sur une **table de routage** : c'est une table donnant pour chaque *destination* connue par le routeur la porte de sortie à emprunter ainsi que l'efficacité de cette route. Cette efficacité sera exploitée dans les algorithmes spécifiques (voir plus loin).

Il existe 2 méthodes pour compléter la table de routage :

- le **routage statique**: chaque ligne doit être renseignée *à la main*. Cette solution est seulement envisageable pour des très petits réseaux de réseaux;
- le **routage dynamique**: tout se fait *automatiquement*, on utilise des protocoles qui vont permettre de *découvrir* les différentes routes automatiquement afin de pouvoir remplir la table de routage tout aussi automatiquement.

Voir <https://www.it-connect.fr/routage-statique-et-routage-dynamique/>

Exemple : Voici un table de routage simplifiée

Destination	Gateway	Port	Cost
137.194.2.0	137.194.4.254	eth1	2
137.194.4.0	137.194.4.253	eth2	2
137.194.4.8	137.194.4.251	eth3	11
137.194.4.192	0.0.0.0	eth0	1
137.194.6.0	137.194.4.254	eth4	2

Le routeur *sait* ainsi que pour atteindre la machine 137.194.2.21, il doit s'adresser au réseau 137.194.2.0/23 en redirigeant le paquet au routeur 137.194.4.254 qui est joignable sur l'interface eth1.

Dans des réseaux très complexes, chaque routeur aura une table de routage qui comportera de très nombreuses lignes (des dizaines voir des centaines...). En effet chaque routeur devra savoir vers quelle interface réseau il faudra envoyer un paquet afin qu'il puisse atteindre sa destination. Dans le cas où il existe plusieurs chemins possibles pour atteindre une même destination, le routeur va choisir le *chemin le plus court*.

2 Les protocoles RIP et OSPF

→ ACT2 La meilleure route **TRAVAIL A RENDRE**

Les deux protocoles dynamiques utilisés pour le transport de paquets dans les réseaux sont :

- **RIP** (*Routing Information Protocol*)
- **OSPF** (*Open Shortest Path First*)

(a) Le protocole RIP

La **métrique** utilisée dans un protocole de routage est une mesure de la *distance* qui sépare un routeur d'un réseau de destination) : c'est le nombre de sauts inter-réseaux (« hops » en anglais).

A Retenir :

Le **protocole RIP** s'appuie sur l'algorithme de [Bellman-Ford](#), qui permet de calculer les plus courts chemins dans un graphe, par recherche de la **distance minimale** (ou métrique minimale).

Principe :

Chaque routeur envoie toutes les 30 secondes, à tous ses voisins (routeurs adjacents), un message contenant la liste de tous des réseaux qu'il connaît. Toutes les 30 secondes, les routeurs mettent ainsi à jour leur table de routage avec les informations reçues, notamment la métrique pour atteindre la destination.

Caractéristiques principales :

- La distance est calculée en nombre de sauts (« hops »)
- Chaque routeur n'a d'information que sur ses voisins (« next hop »)
- Distance maximale de 15 sauts (16 étant considéré comme l'infini)

Pour la métrique, voir [https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9trique_\(routage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9trique_(routage))

Pour le protocole RIP, voir <https://youtu.be/kzablGaqUXM>

Exemple :

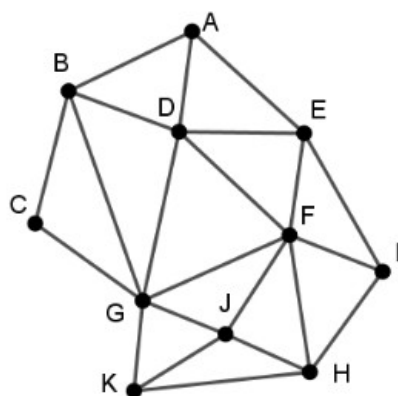


Table de routage du routeur A		
Destination	Routeur suivant	Métrique
B	B	1
C	B	2
D	D	1
E	E	1
F	D	2
G	D	2
H	D	3
I	E	2
J	D	3
K	D	3

On peut noter qu'il y a plusieurs trajets possibles, donc plusieurs tables de routage possibles. Si un routeur tombe en panne, l'information sera transmise dans les 30 secondes et les tables de routage seront mise à jour.

Le protocole RIP est rarement utilisé dans les réseaux de grande taille car l'envoi de messages génère un trafic important. On lui préfère souvent les protocoles IGRP (créé par CISCO) ou OSPF (voir ci-après). Les échanges sont plus « intelligents » dans ces protocoles, ils permettent donc de réduire l'occupation du réseau.

(b) Le protocole OSPF

Comme dans le cas du protocole RIP, il y a des échanges d'informations entre les routeurs pour les mises à jour du réseau, mais cette fois ce sont les valeurs de débits entre les routeurs qui sont mises à jour.

A Retenir :

Le protocole OSPF utilise la notion de **coût des liaisons** entre routeurs : plus le coût est grand et moins la liaison est intéressante). En additionnant les coûts de chaque liaisons, on obtient le **coût total d'une route**.

Le coût est lié au débit des liaisons entre les routeurs. Le **débit d** est le nombre de bits de données qu'il est possible de faire passer dans un réseau par seconde.

Le **débit d** est donné en *bits par seconde* (bps).

La métrique s'écrit alors $cost = \frac{10^8}{d}$ Avec $1 \text{ Mbps} = 10^3 \text{ kbps} = 10^6 \text{ bps}$

Un lien de 10 Mbps aura par exemple un coût de 10.

Remarques :

- La valeur 10^8 a été choisie pour assurer un coût de 1 à une liaison [FastEthernet](#) à 100 Mbps
- Le débit est aussi appelé bande passante.

Exemple :

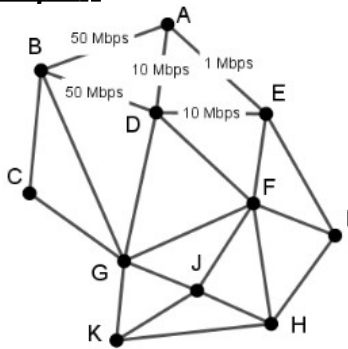


Table de routage du routeur A		
Destination	Routeur suivant	Métrique
E	E	100
E	D	$10 + 10 = 20$
E	B	$2 + 2 + 10 = 14$
D	D	10
D	B	$2 + 2 = 4$
...

1^{ère} ligne de la table : A → E

$d_{A-E} = 1 \text{ Mbps}$ donc $coût = 10^8 / 10^6 = 100$

2^{nde} ligne de la table : A → D → E

$d_{A-D} = 10 \text{ Mbps}$ et $d_{D-E} = 10 \text{ Mbps}$

donc $coût = 10^8 / 10^7 + 10^8 / 10^7 = 20$

A Retenir :

Les étapes du protocole OSPF :

- (1) Chaque routeur envoie un message court nommé « hello » à tout ses voisins toutes les 10s pour signaler sa présence et mettre à jour régulièrement la table de voisinage
- (2) Ensuite chaque routeur envoie toutes ses tables à tous les routeurs du réseau, pendant cette phase chaque routeur met à jour sa table.
- (3) Quand tous les routeurs ont leur table à jour, ils calculent chacun, en utilisant l'[algorithme de Dijkstra](#), le chemin optimal vers chaque point du réseau.

Une conséquence importante, c'est que tant qu'il n'y a pas de changement de topologie du réseau (panne, ajout suppression de routeur ou de réseau), il n'y a plus d'échanges entre tous les routeurs du réseau.

Voir la vidéo pour le fonctionnement de OSPF <https://youtu.be/-utHPKREZV8>