

PROTOCOLES DE ROUTAGE

RAPPEL : LES PROTOCOLES DE L'INTERNET

Un protocole est un ensemble de règles qui décrivent les communications dans un réseau.

La suite TCP/IP est l'ensemble des protocoles utilisés pour le transfert des données sur Internet. La suite TCP/IP est souvent appelée TCP/IP, d'après le nom de ses deux premiers protocoles : TCP (Transmission Control Protocol) et IP (Internet Protocol).

La norme OSI (Open Systems Interconnection), est un modèle théorique qui décompose les différents protocoles de communications en sept couches. Internet est basé sur le protocole TCP/IP, inspiré de la norme OSI, mais qui ne comporte que quatre couches :

modèle OSI	architecture TCP/IP
Applications	Couche Applications Protocoles : HTTP (web), FTP (transfert de fichiers), SMTP (email), SSH (connexion sécurisée), POP, IMAP, DNS, RIP, Telnet ...
Présentation	
Session	
Transport	Couche Transport Protocoles : TCP, UDP, ...
Réseau	Couche Inter-réseaux (internet) Protocole : IP
Liaison	Couche Liaison / Couche Physique Protocoles : Ethernet, TokenRing FDDI, PPP ...
Physique	

La couche application gère l'exécution des différentes applications réseaux via une multitude de protocoles (HTTP pour le web, SMTP pour la messagerie électronique, FTP pour le transfert de fichier, DNS pour traduire les noms de domaine en adresse IP...). Les protocoles de la couche application définissent la façon dont les processus situés sur des systèmes d'exploitation différents échangent des messages.

Les deux fonctions principales de la couche transport sont :

- Découper des données, de taille variable, en paquets de taille fixe.
- Identifier les programmes destinataire/émetteur de la donnée.

Les paquets de taille fixe de couche transport sont appelés des segments (ou des datagrammes). Les protocoles de la couche transport les plus connus sont les protocoles TCP et UDP.

La couche inter-réseaux détermine le parcours des données de réseaux en réseaux. Elle possède deux fonctions principales :

- la retransmission (forwarding) : quand un paquet arrive en entrée du routeur, le routeur doit recopier le paquet sur la liaison de sortie adéquate.
- le routage (routing) : le réseau doit déterminer le chemin à prendre par les paquets pour aller du poste émetteur au poste récepteur. Ces chemins sont calculés par des algorithmes de routage. Chaque paquet est routé indépendamment des autres. Le protocole de la couche réseau est le protocole IP.

Chaque réseau possède une unité de transfert max (MTU=Max Transfert Unit) qui est la taille du plus grand paquet que le réseau est capable de transférer. Si paquet trop grand pour traverser un sous-réseau, on le divise en sous-paquets plus petits (fragments) à l'entrée du sous-réseau.

La gestion des réseaux locaux se fait sur la **couche liaison**, qui prend en charge la mise en forme des données, l'identification des ordinateurs et la détection/correction des erreurs de transmission (réseau **Ethernet** ou **Wifi** par exemple). La **couche physique** assure la diffusion du message (signal électrique, onde électromagnétique ou onde optique).

LE ROUTAGE



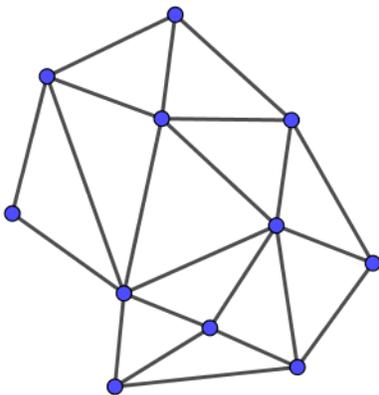
Internet un **réseau de réseaux**, composé de millions de réseaux locaux, eux-mêmes regroupés en réseaux autonomes. Internet est un gigantesque graphe.

Les réseaux sont reliés entre eux par l'intermédiaire de **routeurs**. Les routeurs les plus simples permettent de relier deux réseaux, mais il existe des routeurs capables de relier ensemble une dizaine de réseaux.

Un **routeur** est un équipement réseau informatique assurant le **roulage des paquets**. Son rôle est de faire transiter des paquets d'une interface réseau vers une autre.

Pour qu'une communication entre deux machines à deux endroits de la planète soit possible il faut relier toutes les machines du monde entre elles, c'est-à-dire relier avec des routeurs les réseaux qui contiennent les machines qui doivent communiquer.

LA TABLE DE ROUTAGE



Les routeurs doivent permettre à chaque hôte de n'importe quel sous-réseau de communiquer avec les hôtes de tous les sous-réseaux.

Imaginons un réseau de milliers d'hôtes segmentés en une dizaine de sous-réseaux. Pour assurer la communication directe entre ces sous-réseaux il faudrait un nombre trop élevé de routeurs. En réalité, les paquets sont acheminés de routeurs en routeurs.

Pour implémenter un routage effectif, il faut donc que les routeurs sachent décider par quels routeurs passer pour qu'un paquet puisse arriver au sous-réseau de destination. Le routage est un processus décentralisé, c'est-à-dire que chaque routeur possède des informations sur son voisinage. Chaque routeur maintient une liste

des réseaux connus, chacun de ces réseaux étant associé à son tour à un ou plusieurs routeurs voisins à qui le message peut être passé. Cette liste s'appelle la **table de routage**.

Il existe deux types de routage : le **routage statique** et le **routage dynamique**.

LE ROUTAGE STATIQUE

Dans un routage statique, c'est l'administrateur réseau qui construit et met à jour manuellement les tables de routage. Les routeurs ne communiquent pas entre eux. Cette solution ne peut convenir qu'aux très petits réseaux.

LE ROUTAGE DYNAMIQUE

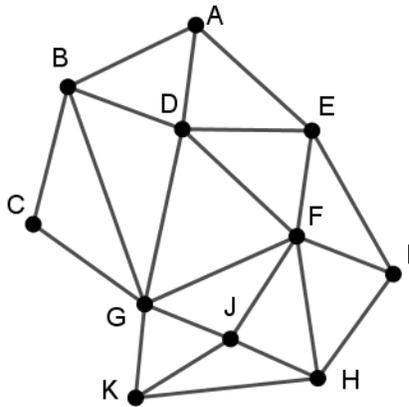
Dans un routage dynamique, les tables de routage sont créées et mises à jour automatiquement. Un réseau peut être modélisé par un graphe. Les algorithmes utilisés par les protocoles de routages sont des algorithmes issus de la théorie de graphes. Il existe plusieurs protocoles de routage : Routing Information Protocol (**RIP**), Interior Gateway Routing Protocol (**IGRP**), Open Shortest Path First (**OSPF**),...

LE PROTOCOLE RIP

Le protocole RIP s'appuie sur l'**algorithme de Bellman-Ford**, algorithme qui permet de calculer les plus courts chemins dans un graphe. La **métrique** utilisée (dans un protocole de routage, la métrique est une mesure de la « distance » qui sépare un routeur d'un réseau de destination) est le nombre de sauts inter-réseaux (« hops » en anglais).

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. La « métrique » indique le nombre de routeurs qui doivent être traversés pour atteindre le réseau cible.

Exemple



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. De plus, le protocole RIP est limité à 15 « hops » (on traverse au maximum 15 routeurs pour atteindre sa destination). On lui préfère souvent les protocoles IGRP (créé par CISCO) ou OSPF. Les échanges sont plus « intelligents » dans ces protocoles, ils permettent donc de réduire l'occupation du réseau. Par ailleurs, le nombre maximal de « hop » pour les paquets routés en IGRP est de 255.

LE PROTOCOLE OSPF

Comme dans le cas du protocole RIP, il y a des échanges d'informations entre les routeurs. Le protocole OSPF, au contraire de RIP, n'utilise pas le nombre de « hops » pour établir la métrique, mais une notion de « coût des liaisons » (plus le coût est grand et moins la liaison est intéressante). Quand on parle de « liaison » on parle simplement du câble qui relie un routeur à un autre routeur.

Le protocole OSPF indique le coût de chaque liaison entre routeurs, et donc, en additionnant ces coûts, le coût total d'une route. Le protocole OSPF s'appuie sur l'**algorithme de Dijkstra**, qui calcule les plus courts chemins à partir d'une source vers tous les autres sommets dans un graphe orienté pondéré par des réels positifs.

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

1 kbps (kilo bits par seconde) = 1000 bps 1 méga bits par seconde (Mbps) = 1000 kbps

Le débit est aussi appelé **bande passante** *d*.

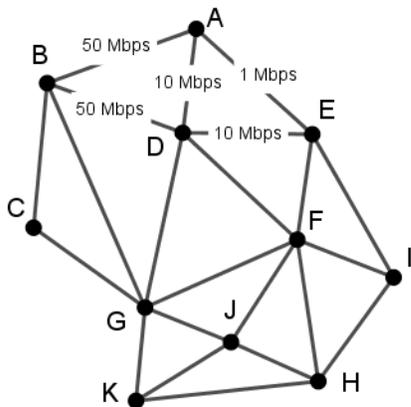
Cisco utilise une valeur du coût d'une liaison donné par la formule suivante :

$$\text{Coût} = \frac{10^8}{\text{débit}}$$

dans cette formule le débit est en bits par seconde.

Un lien de 10 Mbps aura par exemple un coût de 10. Pour tenir compte des connexions à très haute vitesse (1 Gbps et plus), on peut fixer manuellement le coût de chaque lien, ou bien fixer une bande passante de référence supérieure à celle par défaut.

Le coût peut varier de 1 à 65535 (codage sur 2 octets, de 01 à FF en hexadécimal).



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
...