

Introduction au routage

Équipe Pédagogique Réseau Informatique @
UVCI 2018

Table des matières



I - Objectifs	3
II - Introduction	4
III - I. Principe d'acheminement d'un paquet dans un réseau IP	5
1. Connaissance générale	5
2. Acheminement d'un paquet dans un réseau et relayage	6
3. Datagramme IP (Paquet IP)	9
4. Exercice : Exercice 1	10
5. Exercice : Exercice 2	10
IV - II. Rôle d'un protocole de routage	11
1. Table de routage	11
2. Routage statique	12
3. Routage dynamique	13
4. Exercice : Exercice 1	13
5. Exercice : Exercice 2	14
6. Exercice : Exercice 3	14
V - Conclusion	15
VI - Solutions des exercices	16
VII - Bibliographie	18



Objectifs

A la fin de cette leçon, vous serez capable de :

- Expliquer la manière dont un paquet est acheminé dans un réseau
- Expliquer la manière dont les chemins sont construits dans un réseau

Introduction



Bienvenue dans cette leçon dans laquelle nous allons aborder le routage au sein d'un réseau. Nous traiterons ici de réseau de tailles modeste, relativement, c'est-à-dire de réseaux appartenant à une entreprise ou un opérateur, par exemple.



I. Principe d'acheminement d'un paquet dans un réseau IP

Objectifs

- Expliquer la manière dont un paquet est acheminé dans un réseau.

1. Connaissance générale

Pour suivre cette leçon dans de bonnes conditions, il est nécessaire d'avoir quelques bases en réseaux et notamment d'être conscients de quelques faits :

- Tout d'abord, vous devez savoir à quoi ressemble un réseau. Les mots routeurs, commutateur, lien de communication et interconnexion doivent vous être familiers comme le montre la figure 1-ci-dessous

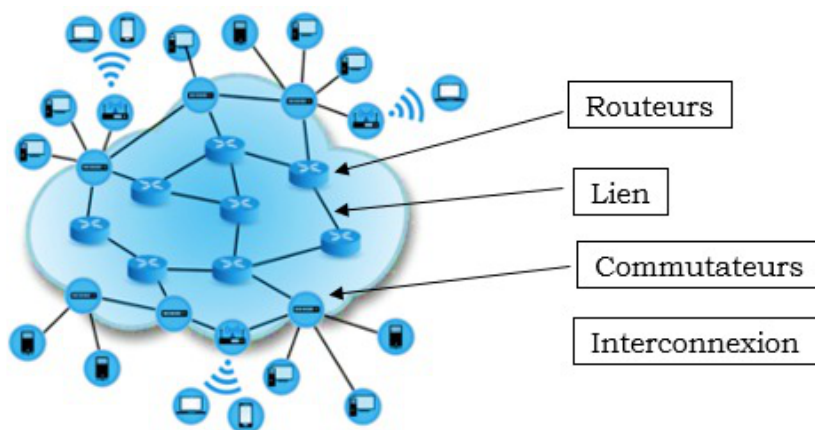


Figure 1 : réseau

- Vous devez aussi avoir compris les concepts de base du modèle OSI décomposant une communication en 7 couches. Nous nous placerons ici uniquement au niveau de la couche 3, la couche réseau.
- Vous devez avoir compris ce qu'est la commutation de paquets. Un flux d'informations, pour être transmis sur un réseau, est tronçonné en petits bouts appelés paquets et chaque paquet va avoir sa vie propre sur le réseau comme le montre la figure 2.

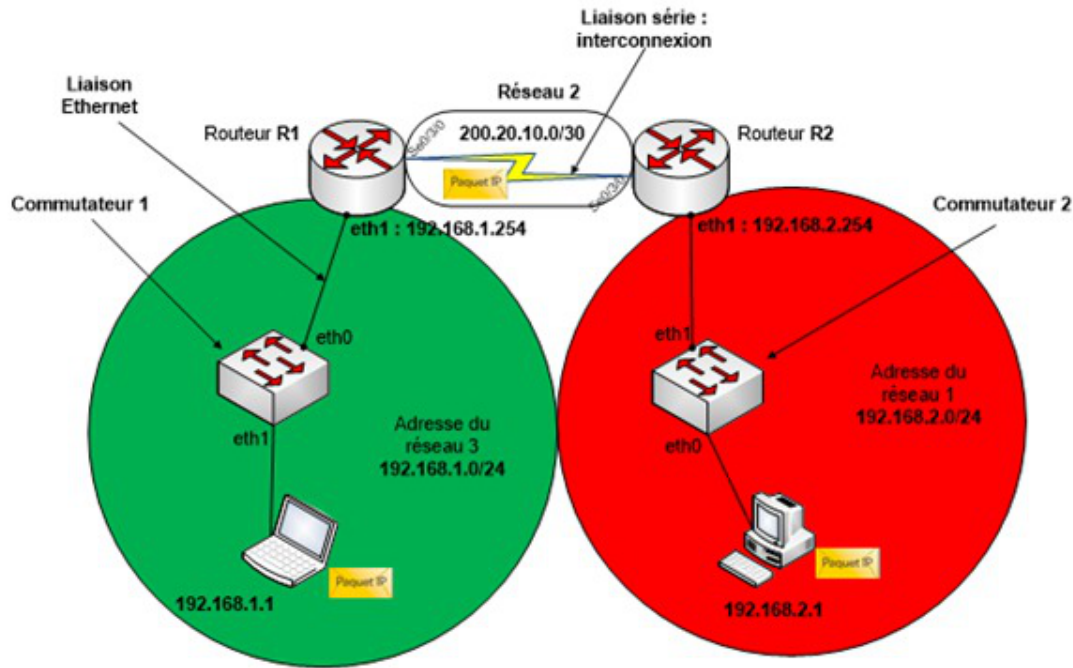


Figure 2 : commutation de paquet

- Enfin, vous devez avoir bien compris ce qu'est une adresse IP et un masque de sous-réseau.

Adresse IP : 192.168.32.125

Masque de sous réseau : sous forme de préfixe : /20 et sous forme décimale pointé : 255.255.240.0

2. Acheminement d'un paquet dans un réseau et relayage

Le travail d'un réseau consiste essentiellement à trouver les bons chemins pour amener chaque paquet à sa destination.

2.1. Analogie de la circulation routière

On peut comprendre pas mal de choses en prenant l'analogie de la circulation d'un véhicule. Si un véhicule représente un paquet, le réseau qui nous intéresse ici serait le réseau des routes d'une ville par exemple comme le montre la figure 3 ci-dessous.



Figure 3 : réseau routier

Du point de vue d'un véhicule (et donc d'un paquet), on part de chez soi, on traverse des villes, des villages, des autoroutes jusqu'à arriver à destination. À chaque intersection, on se pose la question de savoir quelle route prendre. Au final, on essaie de prendre le chemin que l'on veut, le plus court pour économiser du carburant, ou le plus rapide pour aller vite, ou le plus sûr pour éviter de casser sa voiture, ou le moins cher en évitant les péages.

Le travail du réseau, quant-à-lui, consiste à donner aux véhicules les indications dont ils auront besoin pour ne pas se tromper de direction. Quand on est loin de sa destination, on suit la direction des grandes villes proches et plus on se rapproche, plus les indications se font précises.

2.2. Processus d'acheminement dans un réseau IP

Le processus d'acheminement dans un réseau IP est semblable à celui d'un réseau de route. Le paquet connaît l'adresse à laquelle il souhaite se rendre et à chaque carrefour, c'est-à-dire à chaque routeur, il demande son chemin. Le routeur lui indique seulement la route à emprunter jusqu'au prochain carrefour, à la manière d'un GPS.

C'est donc au routeur de connaître le chemin vers la destination, au moins le réseau de destination.

2.3. Le relayage

Tout d'abord, on peut dire qu'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.

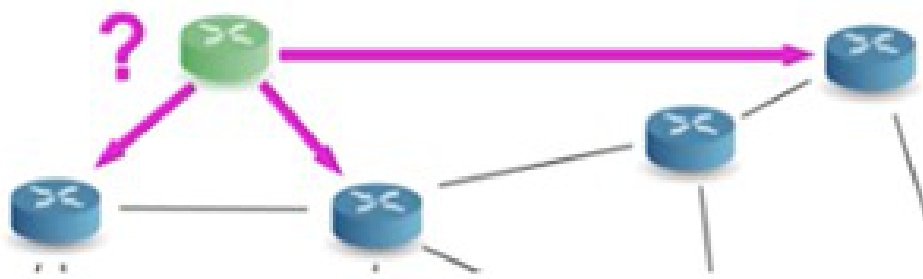


Figure 4 : orientation d'un paquet

Chaque routeur va donc devoir orienter le paquet sur la base d'une et une seule information : l'adresse de la destination du paquet. On parle ici de relayage.

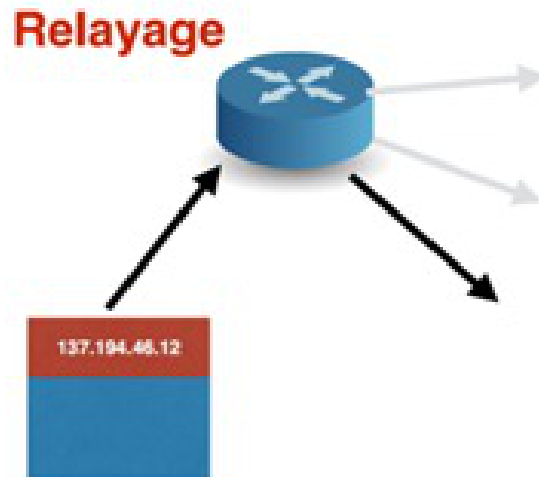


Figure 5 : relayage

Au sein d'un réseau, le relayage consiste essentiellement à trouver la bonne sortie, celle qui mènera un paquet le plus proche possible de sa destination, et à trouver au sein du réseau le chemin qui mènera le paquet à cette sortie.

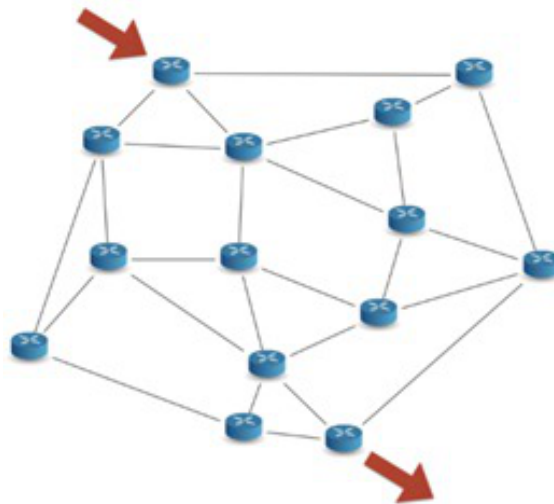


Figure 6 : détermination d'un chemin

En effet, il peut exister au sein d'un réseau plusieurs chemins possibles (voir figure 7). De multiples chemins peuvent être utiles en cas de panne d'un équipement ou d'un lien de communication, ou tout simplement pour augmenter la capacité du réseau. Plus on a de routes disponibles, moins on aura de paquets sur chaque route.

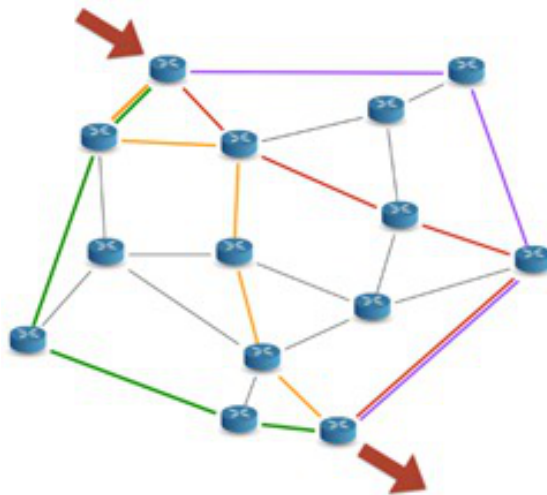


Figure 7 : chemins multiple

3. Datagramme IP (Paquet IP)

1. Echange de paquets IP via hub (ou switch)

Le principe d'échange de paquet IP via un commutateur ou un concentrateur est illustré par la figure 8.

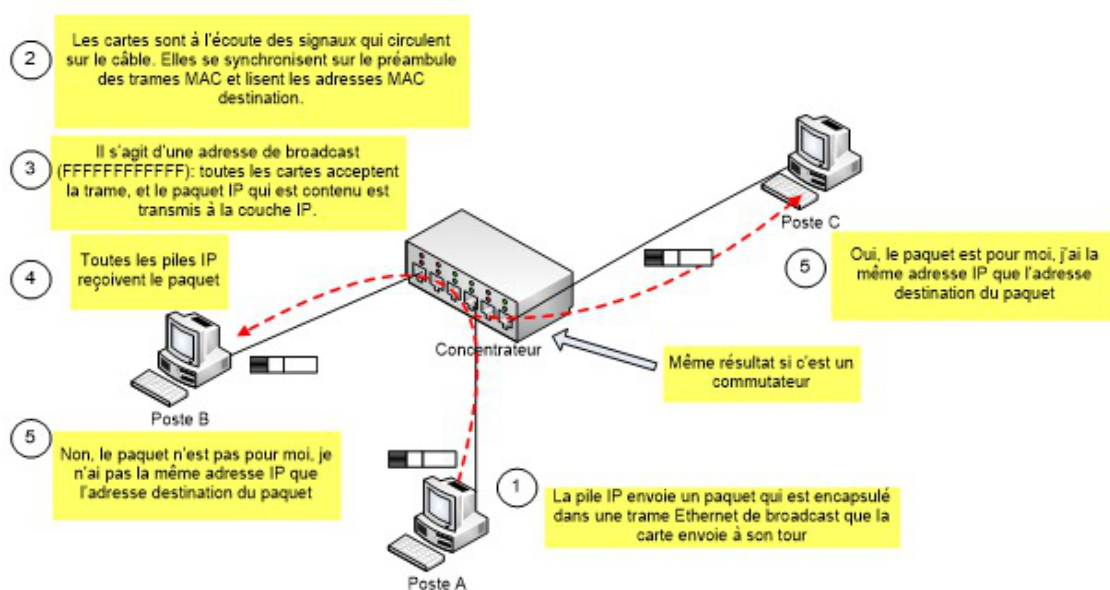


Figure 12 : Echange de paquet via un switch

2. Echange de paquet IP via un routeur

Pour bien comprendre le service rendu par le protocole IP, nous décrivons le principe de traitement d'un message au format IP (un datagramme) à travers l'interconnexion de réseau.

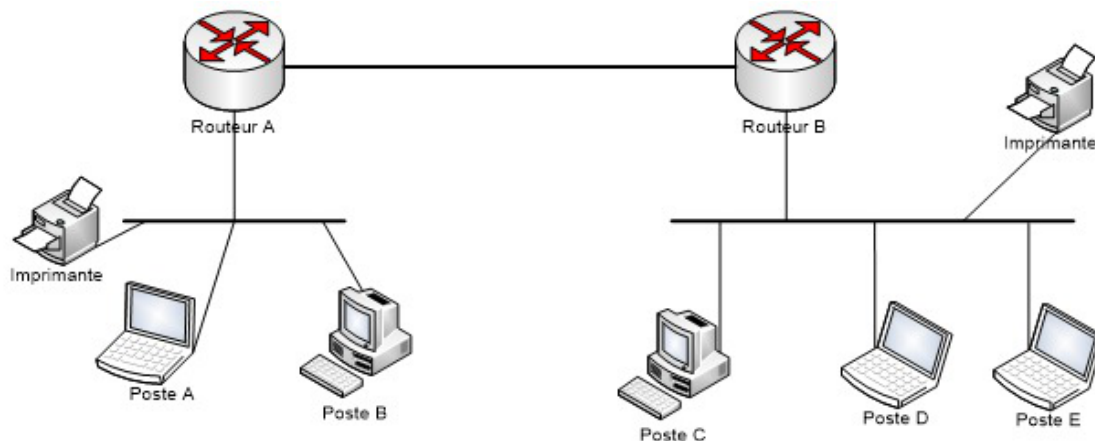


Figure 13 : Echange de paquet IP via un routeur

Lorsqu'une application qui s'exécute sur un Poste A veut transmettre des données à un Poste C, elle donne un ordre au module IP de la machine A, traduit par une requête d'émission comprenant deux paramètres : les données et l'adresse du destinataire IPB. Dans son fichier de configuration, le module IP de la machine A possède des informations comme : l'adresse IPA, le masque de sous-réseau, l'adresse IPrA du routeur permettant de sortir du réseau. IPrA est considérée par l'équipement comme la route par défaut pour joindre tout destinataire extérieur au réseau. Le module IP de la machine A fabrique alors un paquet, conformément au format défini par le protocole, puis il sollicite sa carte réseau pour que le paquet soit encapsulé dans une trame du réseau local et transmis jusqu'au destinataire final (si C est dans le même réseau local) ou jusqu'au routeur (si C est à l'extérieur du réseau). Le traitement de la requête d'émission est terminé pour la machine A.

Lorsqu'un routeur reçoit sur l'une de ses interfaces réseau la trame qui lui est adressée, il la décapsule et en extrait le datagramme IP qu'elle contenait ; il lit alors l'adresse IP de destination (ici IPC). Le rôle du routeur est de chercher dans sa table de routage la route qui permet d'atteindre le réseau de C.

4. Exercice : Exercice 1

[Solution n°1 p 16]

Un réseau est caractérisé par son et son de sous réseau. Il est représenté par un ensemble de périphériques liés directement à l'utilisateur et par un ensemble de périphériques tels que le qui a pour rôle d'interconnecter les réseaux, et le . Le a pour fonction première de permettre à un réseau depuis une , de trouver les ou les pour amener un vers une .

Un lien dans le réseau a pour fonction d'interconnecter les entre eux. Deux périphériques interconnectés par un lien sont dits . Entre une source et une destination, il peut exister chemins.

Dans un réseau, le consiste essentiellement à trouver la bonne sortie, celle qui mènera un paquet le plus proche possible de sa , et à trouver au sein du réseau le qui mènera le à cette sortie.

5. Exercice : Exercice 2

[Solution n°2 p 16]

Lorsqu'un routeur reçoit sur l'une de ses réseau la trame qui lui est adressée, à partir des informations de sa , il peut en déduire le à suivre. Le protocole IP, implanté dans tous les équipements du réseau (machines et routeurs), assure un service de remise des données non et sans .

II. Rôle d'un protocole de routage



Objectifs

- Expliquer la manière dont les routes sont construites dans un réseau

1. Table de routage

Pour choisir les bons chemins, les routeurs se basent sur une table de routage. Une table de routage, c'est une grande liste qui contient toutes les destinations possibles et des instructions pour rejoindre ces destinations.

Destination	Masque réseau	Passerelle	Port	coût
137.194.2.0	255.255.254.0	137.194.4.254	v10	2
137.194.4.0	255.255.255.248	137.194.4.253	v10	2
137.194.3.8	255.255.255.248	137.194.4.251	v10	11
137.194.4.192	255.255.255.192	0.0.0.0	v10	1
137.194.6.0	255.255.254.0	137.194.4.254	v10	2
137.194.8.0	255.255.248.0	137.194.4.251	v10	20
137.194.16.0	255.255.255.128	137.194.160.230	v160	11
137.194.16.128	255.255.255.128	137.194.192.102	v192	11
137.194.16.144	255.255.255.240	137.194.192.102	v192	11
137.194.16.176	255.255.255.240	137.194.192.103	v192	20
137.194.17.0	255.255.255.0	137.194.192.103	v192	2

Par exemple, ici, on voit que pour joindre le réseau 137.194.2.0, il faut passer par l'interface v10, c'est-à-dire sur le lien de communication qui le relie au routeur dont l'adresse IP est 137.194.4.254.

Notez que pour éviter que la table ne grossisse trop, on ne stocke pas l'adresse de chaque machine, mais des adresses de réseaux. Ici la dernière ligne de la table est valable pour toutes les machines dont les 24 premiers bits forment le préfixe 137.194.17.

Vous devez saisir, à ce stade, l'importance d'avoir une table de routage actualisée et précise. Notamment cette table va évoluer au gré des pannes et des changements importants dans le réseau. C'est le travail du protocole de routage de maintenir cette table. Il existe, en réalité, plusieurs manières pour mettre à jour cette table.

2. Routage statique

On peut centraliser totalement la procédure au niveau d'un centre de contrôle qui décide de tout.

Ce centre de contrôle doit avoir une vision complète du réseau, calculer les bons chemins à chaque changement majeur et renvoyer les tables de routage à tous les routeurs du réseau.

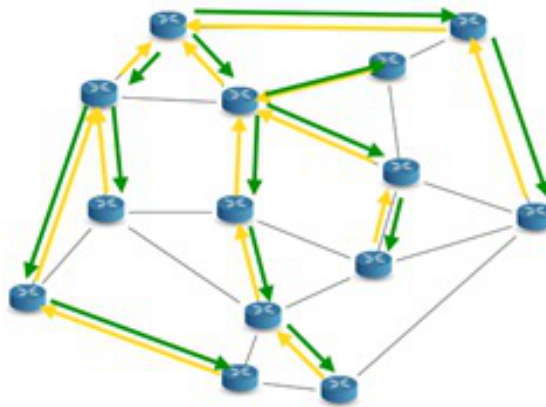


Figure 8 : routage avec un centre de contrôle

Cette approche, appelée routage centralisé ou routage statique, a des avantages et des inconvénients.

L'avantage principal est de permettre au gestionnaire du réseau de contrôler finement ce qui s'y passe et d'éviter d'avoir à faire confiance à une boîte noire qu'il ne maîtrise pas totalement. Cependant, plus on a affaire à de grands réseaux, plus cette approche est difficile.

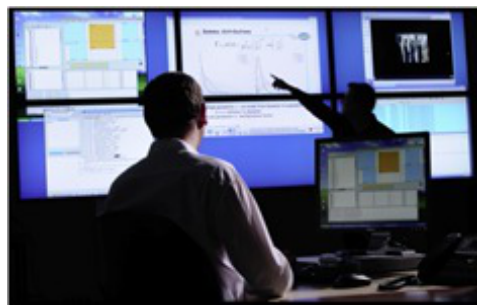


Figure 9 : centre de contrôle

De plus, en cas de panne du centre de contrôle ou si celui-ci vient à être isolé d'une partie du réseau, le réseau peut être paralysé ou du moins être incapable de réagir aux événements.

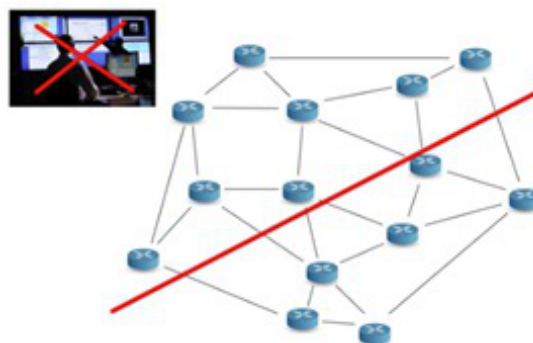


Figure 10 : Centre de contrôle en panne

3. Routage dynamique

L'inconvénient du routage statique fait qu'on préfère souvent laisser un algorithme distribué et itératif décider de manière autonome des évolutions des tables de routage. Cet algorithme est distribué, ce qui veut dire que chaque routeur va l'exécuter, récupérer un certain nombre d'informations puis faire des calculs et prendre une décision concernant sa propre table de routage. Un routeur ne décide pas de la table de routage de son voisin.

L'algorithme est itératif car il est exécuté en permanence ou au moins périodiquement et ne s'arrête jamais. On parle alors de routage dynamique et on a besoin d'un protocole de routage pour régir les échanges d'information entre routeurs.

Dans tous les cas, il faut que l'algorithme ait certaines propriétés : les routes calculées doivent être valides et cohérentes. On ne doit pas générer de boucles comme dans l'exemple ci-contre.

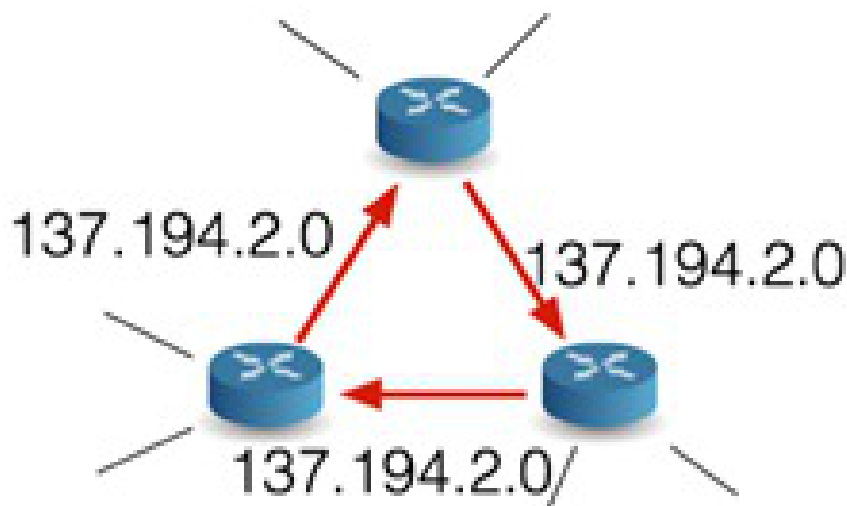


Figure 11 : boucle dans le réseau

De la même manière, on ne doit pas créer de trou noir duquel il serait impossible de sortir. Allons même plus loin, il faut que les routes soient efficaces, c'est-à-dire courtes, rapides, sûres, etc. Et tout cela pour un prix modique : il ne faut pas que l'algorithme ait besoin d'échanger des giga-octets de données par seconde pour fonctionner.

4. Exercice : Exercice 1

[Solution n°3 p 16]

Soit la table de routage suivante :

Destination	Masque de sous réseau	Passerelle	Interface
194.194.2.0	255.255.254.0	194.194.4.254	v10
137.194.4.0	255.255.255.248	137.194.4.253	v2
137.194.3.8	255.255.255.248	137.194.4.251	v2

La destination 194.194.2.0 est atteinte à partir d'un routeur via la passerelle [] donc l'interface est []. La passerelle 137.194.4.251 permet d'accéder à la destination [] via l'interface [].

5. Exercice : Exercice 2

[Solution n°4 p 16]

Dans le cadre du routage , un de est chargé de déterminer les meilleurs à chaque changement et d'envoyer les de routage à les dans le réseau. Dans ce cadre, le du réseau a le de tout ce qui se passe au niveau du réseau ; cependant en cas de panne une partie du réseau peut être . Dans le cadre du routage dynamique, un algorithme exécuté par chaque routeur. L'algorithme est car il est exécuté en ou au moins périodiquement et ne s'arrête jamais. De ce fait, l'algorithme ne doit pas générer des .

6. Exercice : Exercice 3

[Solution n°5 p 16]

Dans le cas du routage statique, lorsqu'un chemin est coupé suite à une panne quel attitude les routeurs de ce chemin auront contrairement aux routeurs du routage dynamique ?

Dans le cas du statique, les ne peuvent rien faire et ils sont obligés d' des instruction du de en vue de l'obtention du . Cependant, dans le cadre du dynamique, un nouveau sera déterminé automatiquement par le réseau grâce à l' exécuté par les .

Conclusion



Cette leçon a permis de présenter les notions de base liées au routage dans un réseau informatique tels que :

- le principe d'acheminement d'un paquet IP dans un réseau
- la table de routage
- le routage statique
- le routage dynamique

Solutions des exercices

> Solution n° 1

Exercice p. 10

Un réseau est caractérisé par son **adresse** et son **masque** de sous réseau. Il est représenté par un ensemble de périphériques **finaux** liés directement à l'utilisateur et par un ensemble de périphériques **intermédiaires** tels que le **routeur** qui a pour rôle d'interconnecter les réseaux, et le **commutateur**. Le **routeur** a pour fonction première de permettre à un réseau depuis une **source**, de trouver les **chemins** ou les **routes** pour amener un **paquet** vers une **destination**.

Un lien dans le réseau a pour fonction d'interconnecter les **périphériques** entre eux. Deux périphériques interconnectés par un lien sont dits **voisins**. Entre une source et une destination, il peut exister **plusieurs** chemins.

Dans un réseau, le **relayage** consiste essentiellement à trouver la bonne sortie, celle qui mènera un paquet le plus proche possible de sa **destination**, et à trouver au sein du réseau le **chemin** qui mènera le **paquet** à cette sortie.

> Solution n° 2

Exercice p. 10

Lorsqu'un routeur reçoit sur l'une de ses **interfaces** réseau la trame qui lui est adressée, à partir des informations de sa **table**, il peut en déduire le **chemin** à suivre. Le protocole IP, implanté dans tous les équipements du réseau (machines et routeurs), assure un service de remise des données non **fiable** et sans **connexion**.

> Solution n° 3

Exercice p. 13

Soit la table de routage suivante :

Destination	Masque de sous réseau	Passerelle	Interface
194.194.2.0	255.255.254.0	194.194.4.254	v10
137.194.4.0	255.255.255.248	137.194.4.253	v2
137.194.3.8	255.255.255.248	137.194.4.251	v2

La destination 194.194.2.0 est atteinte à partir d'un routeur via la passerelle **194.194.4.254** donc l'interface est **v10**. La passerelle 137.194.4.251 permet d'accéder à la destination **137.194.8.0** via l'interface **v10**.

> Solution n° 4

Exercice p. 14

Dans le cadre du routage **statique**, un **centre de contrôle** est chargé de déterminer les meilleurs **chemins** à chaque changement et d'envoyer les **tables** de routage à **tous** les **routeurs** dans le réseau. Dans ce cadre, le **gestionnaire** du réseau a le **contrôle** de tout ce qui se passe au niveau du réseau ; cependant en cas de panne une partie du réseau peut être **isolé**. Dans le cadre du routage dynamique, un algorithme **distribué** exécuté par chaque routeur. L'algorithme est **itératif** car il est exécuté en **permanence** ou au moins périodiquement et ne s'arrête jamais. De ce fait, l'algorithme ne doit pas générer des **boucles**.

> Solution n° 5

Dans le cas du routage statique, lorsqu'un chemin est coupé suite à une panne quel attitude les routeurs de ce chemin auront contrairement aux routeurs du routage dynamique ?

Dans le cas du routage statique, les routeurs ne peuvent rien faire et ils sont obligés d'attendre des instruction du centre de contrôle en vue de l'obtention du nouveau chemin. Cependant, dans le cadre du routage dynamique, un nouveau chemin sera déterminé automatiquement par le réseau grâce à l'algorithme distribué exécuté périodiquement par les routeurs.

Bibliographie



Guy Pujolle, Initiation aux Réseaux cours et exercices, Éditions Eyrolles 2001

Guy Pujolle, Initiation aux réseaux cours et exercices, Editions Eyrolles 2001

Andrew Tanenbaum, Réseaux, 4è édition, Nouveaux Horizons, ISBN 978-2-915236-75-0

Jean-Luc Montagnier, Réseaux s'entreprise par la pratique, 2è Editions, Editions Eyrolles, ISBN 2-212-11258-0

Danièle DROMARD, Dominique SERET, Architecture des réseaux Synthèses de cours et exercices corrigés, collection Synthex, ISBN 978-2-7440-7385-4, 2009 Pearson Education France

Claude Servin, RESEAUX & TELECOMS cours et exercices corrigés, 3è édition DUNOD, ISBN 978 2 10 052626 0

