

Cours N°5 Protocoles de Routage :

Généralités :

- Pour qu'un paquet IP puisse atteindre sa destination, il doit traverser des routeurs qui l'acheminent.
- Un routeur est un équipement qui possède donc plusieurs interfaces
- Il contient des tables déterminant l'interface de sortie en fonction de l'@IP de destination.

Routage statique & dynamique :

Routage Statique : Utilise une route entrée manuellement par un administrateur réseau dans le routeur

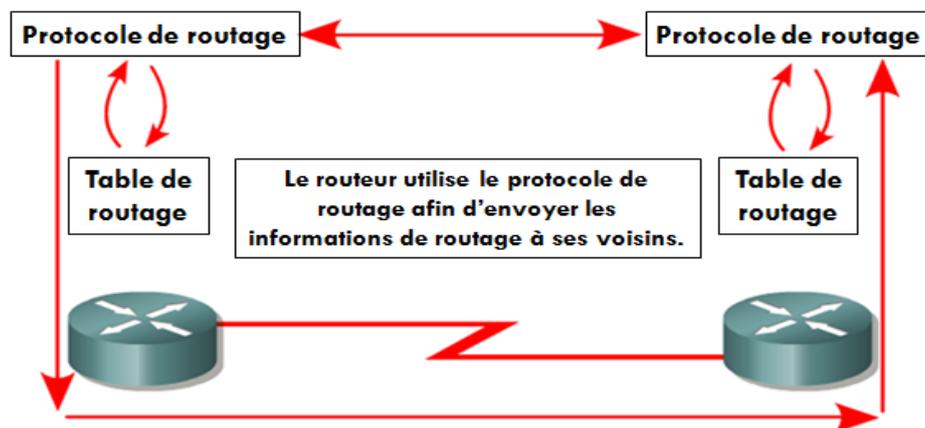
Routage dynamique : utilise une route corrigée automatiquement par un protocole de routage selon les modifications de topologie ou de trafic

Routage dynamique :

Le routage statique est inadapté si :

- Le nombre de réseaux à connecter est important
- La topologie du réseau change
- Plusieurs routeurs existent et la reconfiguration doit être automatique en cas de panne.

Routage dynamique : protocole de communication inter-routeurs qui va permettre de construire automatiquement les tables de routages.



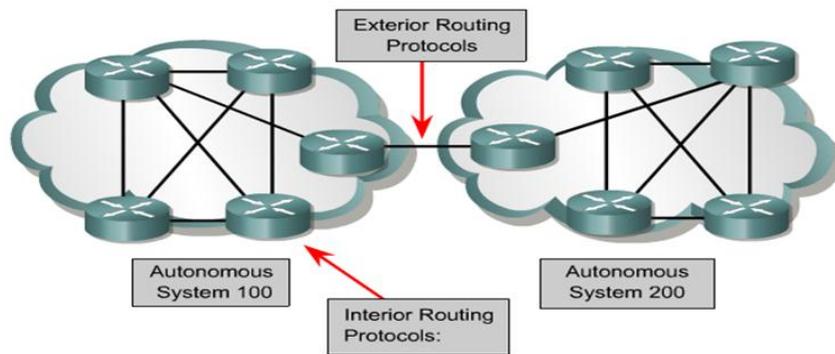
- ❖ **Protocole de communication inter-routeurs** : chaque routeur informe ses voisins des réseaux directement accessibles.
- ❖ Processus qui exécute le protocole de routage sur un routeur et qui communique avec les routeurs voisins. Il met à jour la table de routage du noyau avec les informations reçues des routeurs voisins.
- ❖ Le principe du routage ne change pas, c'est uniquement la façon de renseigner et de mettre à jour la table de routage qui change, puisqu'elle n'est plus manuelle mais dynamique.
- ❖ **Politique de routage** : Choix de la meilleure route parmi celles conduisant à une même destination (Distance administrative et coût).

- ❖ En cas de panne sur cette route, le démon la supprime et choisit une alternative pour atteindre la destination.

Système Autonome :

Aucune autorité ne gère l'Internet. C'est pour cette raison que l'on introduit la notion de systèmes autonomes (AS : Autonomous System). Chaque système est donc administré par une seule autorité administrative (société, campus universitaire...).

IGP & EGP :



Le système autonome: est un ensemble de réseaux placés dans un domaine administratif unique

Protocoles IGP : Fonctionnent au sein d'un système autonome

Protocoles EGP : Connectent différents systèmes autonomes

Protocole de routage intérieur IGP

Pour chaque AS, on définit des protocoles de routage interne (**IGP**) qui permettent le dialogue entre les routeurs du système, Il existe deux familles :

- Protocole de routage à vecteur de distance
- Protocole de routage à état de lien ou Link-state

Protocole de routage extérieur EGP

Pour l'échange de données entre les domaines autonomes, on utilise des protocoles de routages extérieurs (EGP) exemple :

- EGP, du même nom, la première génération.
- BGP, Border Gateway Protocol, qui remplace EGP.

Choix de la meilleure route

Distance administrative : Les routeurs choisissent la source de routage ayant la meilleure distance administrative

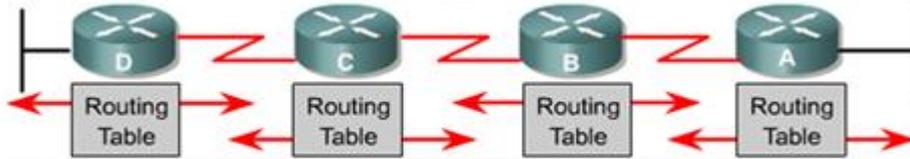
Source de la route	Distance administrative
Interface connectée	0
Route statique	1
RIP	120
OSPF	110
EIGRP	90

Mesures: Les routeurs choisissent la route ayant la meilleure mesure

RIP
Nombre de sauts
OSPF
Cout

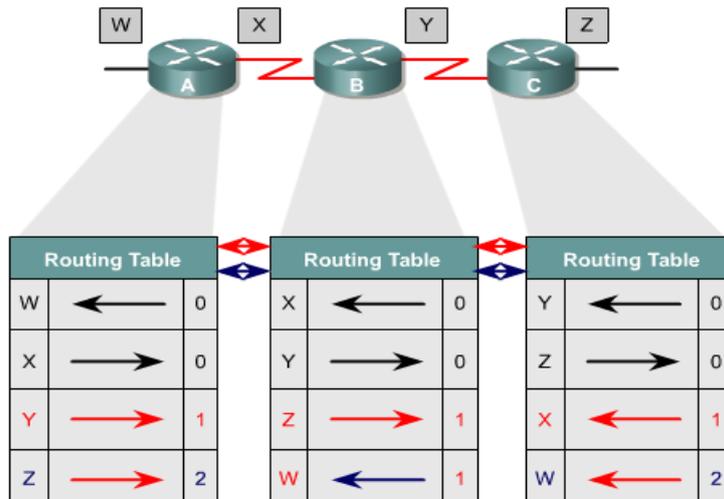
EIGRP
Bande Passante
Délai
Charge
Fiabilité

Protocole de routage à vecteur de distance

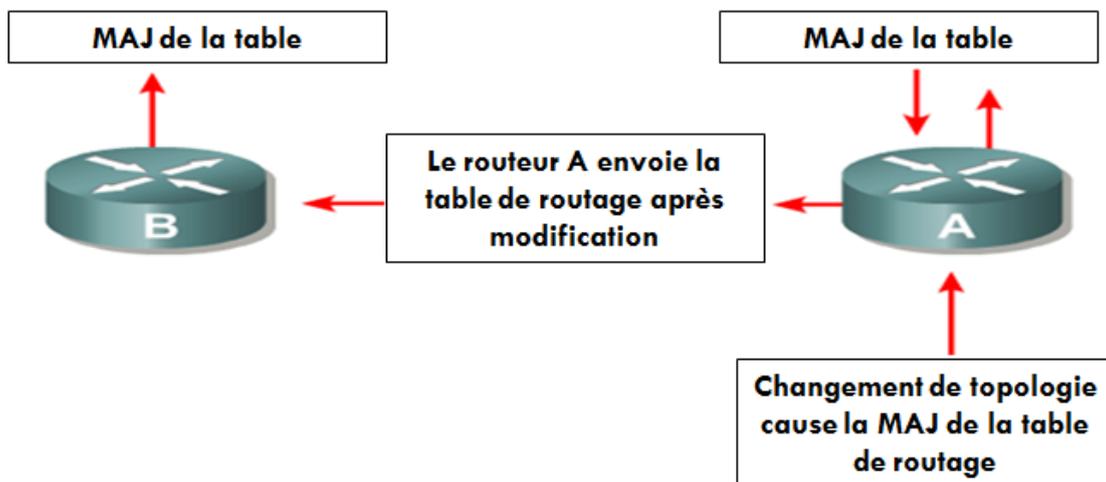


Les routeurs envoient régulièrement des copies de leur table de routage aux routeurs voisins et accumulent les vecteurs de distances.

Découverte des routes



M.A.J Protocol vecteur de distance



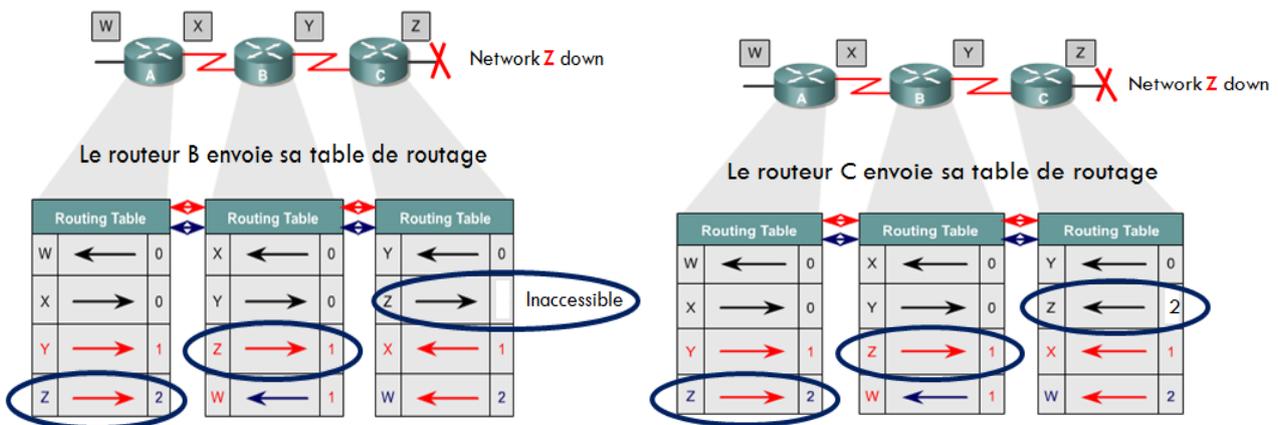
Problèmes :

Les boucles de routages peuvent apparaître quand une table de routage n'est pas mise à jour suite à un changement de topologie, à cause de la lenteur de convergence du protocole utilisé

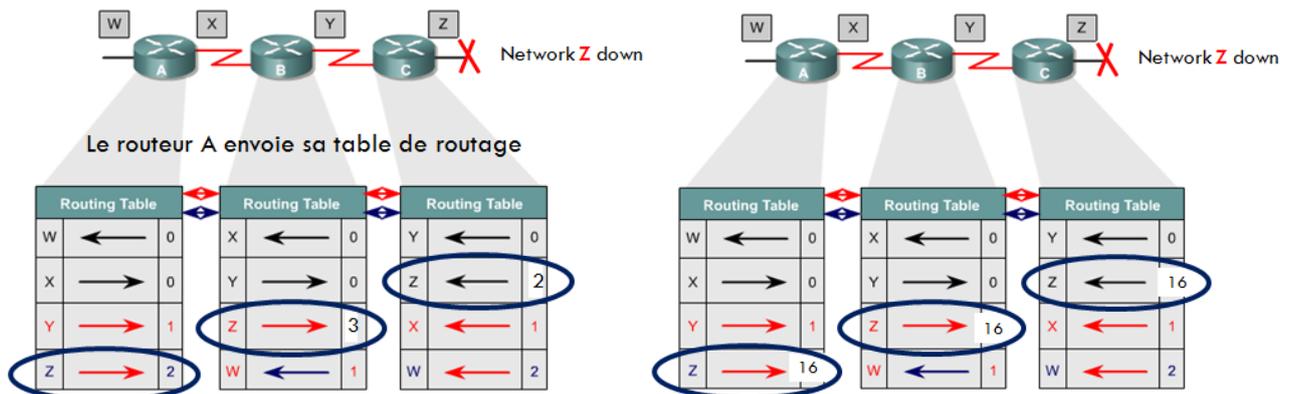
Solutions :

- Limitation du nombre de sauts.
- Le découpage d'horizon.
- Empoisonnement du routage.
- Mise à jour déclenchée.
-

Problème du comptage à l'infini



Solution du comptage à l'infini

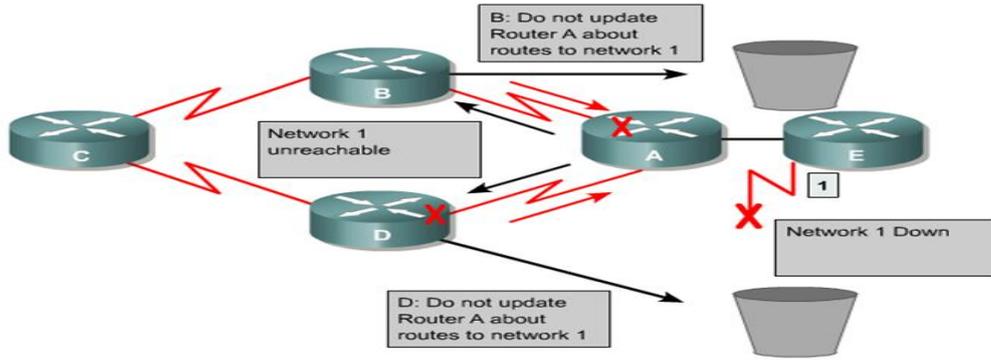


Une limite est fixée au nombre de sauts (Valeur 16) afin d'éviter les boucles infinies.

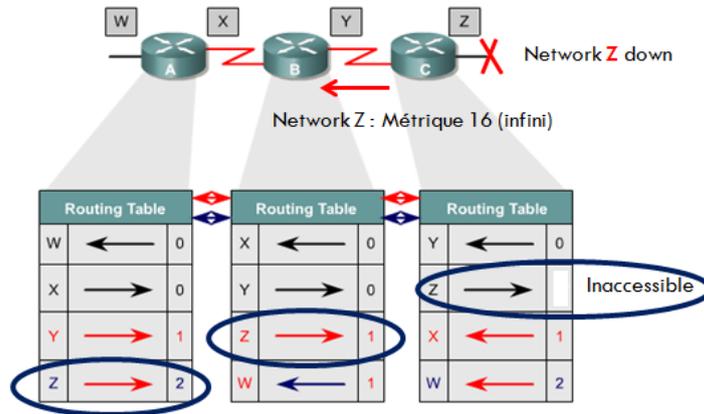
Solution aux boucles de routage

Le découpage d'horizon

Il est toujours inutile de renvoyer des informations relatives à une route dans la direction dont les informations d'origine proviennent

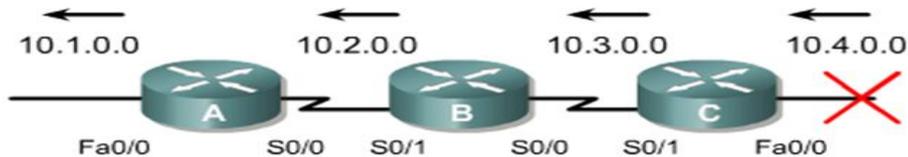


Empoisonnement du routage



Mise à jour déclenchées

Le routeur envoie des mises à jour lorsqu'une modification survient dans sa table de routage.



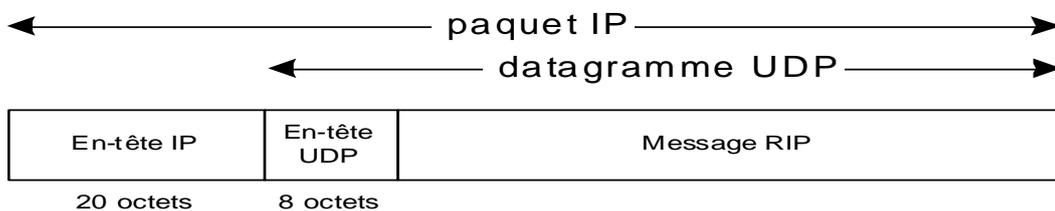
Routing Information Protocol

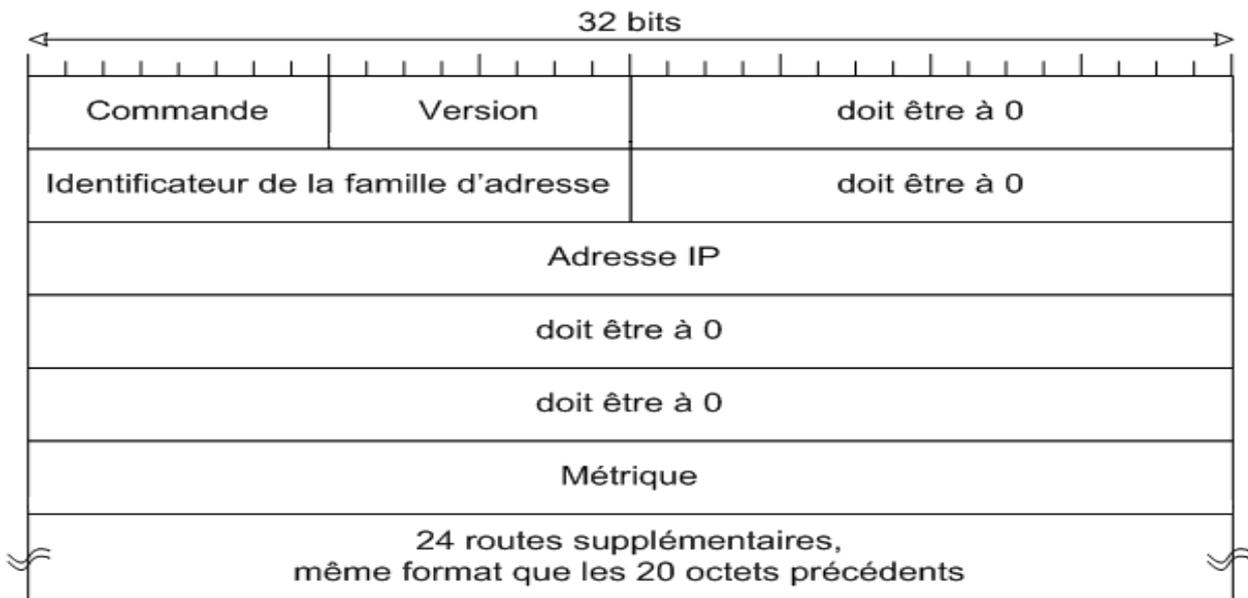
Spécification officielle de RIP : RFC 1058.

RIP est un algorithme de type Distance Vector. Il est utilisé dès l'origine du réseau Internet et la plupart des vendeurs intègrent RIP à leur catalogue. Il est conçu pour travailler sur des réseaux de petite taille.

Format du Message RIP

RIP utilise le protocole UDP pour transporter ses données. Le port 520 lui est réservé.





Le champ Commande : Permet de distinguer deux types de messages.

- 1) Requête : Demande au routeur distant d'envoyer tout ou partie de sa table de routage.
- 2) Réponse : Message contenant la table de routage.

Le champ Version est positionné à 1

Les 20 octets suivants permettent de décrire une route.

Le champ Address Family : toujours à 2 pour le protocole IP.

Le champ Adresse IP: Adresse IP de l'hôte ou du réseau concerné.

Le champ Métrique : Métrique associé à l'@ IP (valeur 15 max , 16 pour un réseau inaccessible)

Dans un message RIP, on peut décrire 25 routes au maximum, soit une taille totale du message RIP de 504 octets, Il est souvent nécessaire d'envoyer plusieurs messages pour transmettre la totalité de la table de routage.

Principes de fonctionnement

Initialisation : Au démarrage du routeur, le démon RIP détecte toutes les interfaces actives, et ainsi crée la table de routage des routes directes.

Il envoie alors une requête sur chacune des interfaces afin d'obtenir les tables de routages complètes des autres routeurs. Ce datagramme est un broadcast diffusé sur le port UDP 520 et configuré comme suit : Command à 1 , Metric à 16 .

Les réponses qui parviennent au routeur sont des listes de réseaux accessibles par les routeurs adjacents, avec une distance associée à chaque destination.

Lorsqu'une nouvelle destination est reçue, le routeur l'ajoute à sa table de routage, indiquant comme adresse de destination, l'adresse source à l'origine du message RIP et effectue une mise à jour anticipée (triggered updates).

Si une destination existante dans la table de routage est reçue par une autre interface que l'interface de sortie « connue », le routeur compare les coûts et garde dans sa table de routage l'entrée ayant le coût le plus bas. Il diffuse alors cette information sur les autres interfaces.

Après la phase d'initialisation, le routeur va diffuser régulièrement sur chacune de ses interfaces, par défaut toutes les 30 secondes, l'ensemble des réseaux présents dans sa table de routage.

La distance la plus importante est de 16 (count to infinity) et correspond à un réseau inaccessible.

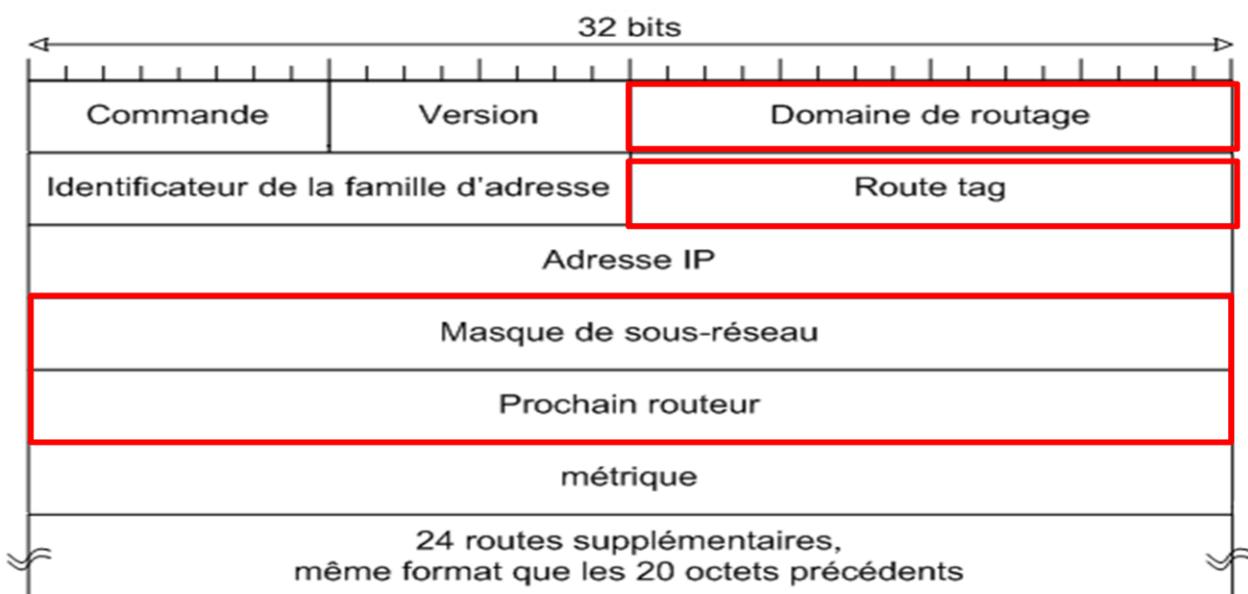
Après 3 minutes (invalid timer), une route sur laquelle on n'a plus d'information devient inaccessible (coût de 16), elle sera alors détruite de la table de routage 1 minute plus tard (route flush timer), de façon à diffuser l'information aux autres routeurs.

Inconvénient de RIP

- Limitation du métrique à 15.
- Pas d'optimisation des liens et donc absence de QoS.
- Les MAJ ne sont pas incrémentales et consomment de la bande passante.
- RIP ignore la notion d'adressage de sous-réseau.
- Comme tous les protocoles distance vector, RIP présente de graves problèmes de temps de convergence. La stabilisation d'un ensemble de routeurs peut prendre plusieurs minutes durant lesquelles des boucles de routages peuvent apparaître.

RIP Version 2

Spécification officielle de RIP2 : RFC 2453



Le champ Version est positionné à 2

Le champ Domaine de Routage permet d'identifier le démon de routage auquel appartient ce paquet, ce qui permet d'avoir sur un même routeur plusieurs instances de RIP, chacune fonctionnant dans son propre domaine de routage.

Le champ Route Tag : permet de supporter des protocoles de routage inter-domaines (EGP), pour lesquels sera véhiculé un numéro de système autonome.

Le champ Subnet Mask s'applique à l'adresse IP correspondante.

Le champ Next Hop: indique la destination qui sera insérée dans la table de routage du destinataire. si ce champ est à 0, l'adresse de l'émetteur du message RIP est prise en compte (Utilisation de plusieurs protocoles sur un même routeur).

OSPF

OSPF est un protocole de routage de type « link-state » apparu vers la fin des années 80 , basée sur d'algorithme de Dijkstra pour la recherche du meilleur chemin.

Chaque routeur transmet des messages de mise à jour d'état de lien (LSA) à l'ensemble des routeurs faisant partie de la même zone hiérarchique (Area).

Les Link State Advertisements (LSA) contiennent des informations sur les interfaces directement rattachées, les métriques utilisées, et d'autres variables.

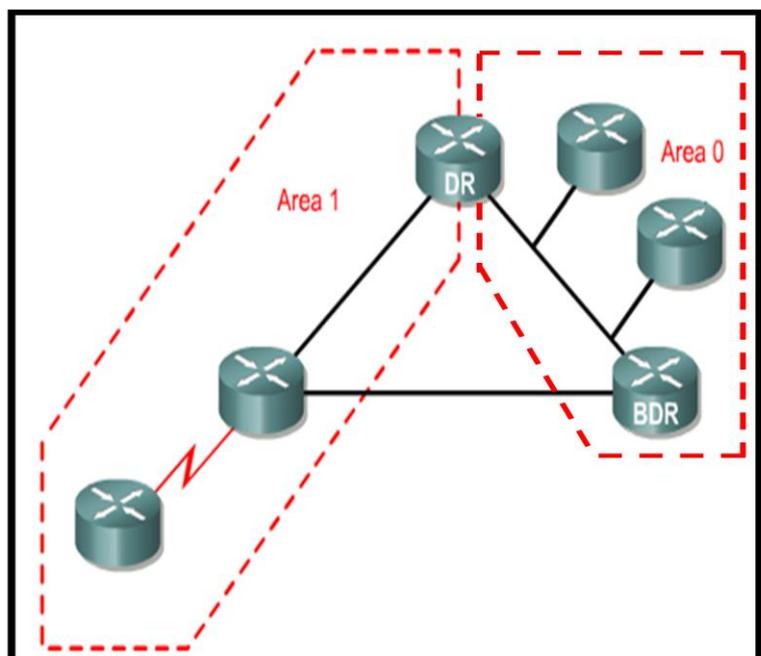
Les routeurs qui ont accumulé les informations d'état des liens utilisent alors l'algorithme SPF pour calculer la route optimale vers chaque destination.

Notations de OSPF

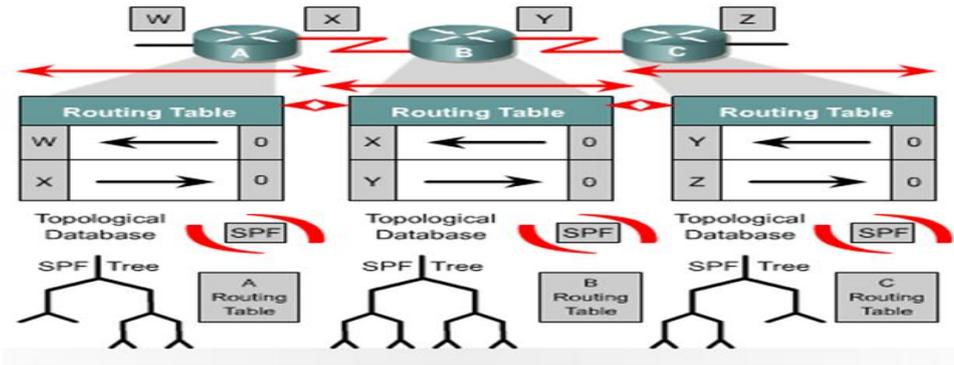
L'ensemble des routeurs se trouvant dans une Area , ont les même informations (Link-state).

Toutes les Areas dans une topologie OSPF doivent être connectée à l'Area 0

Dans un réseau Multiaccess les routeurs doivent choisir le DR & BDR



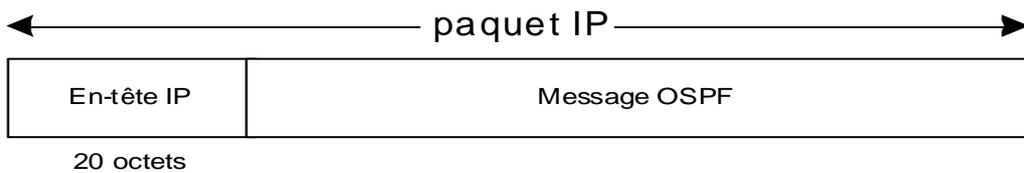
Algorithme SPF



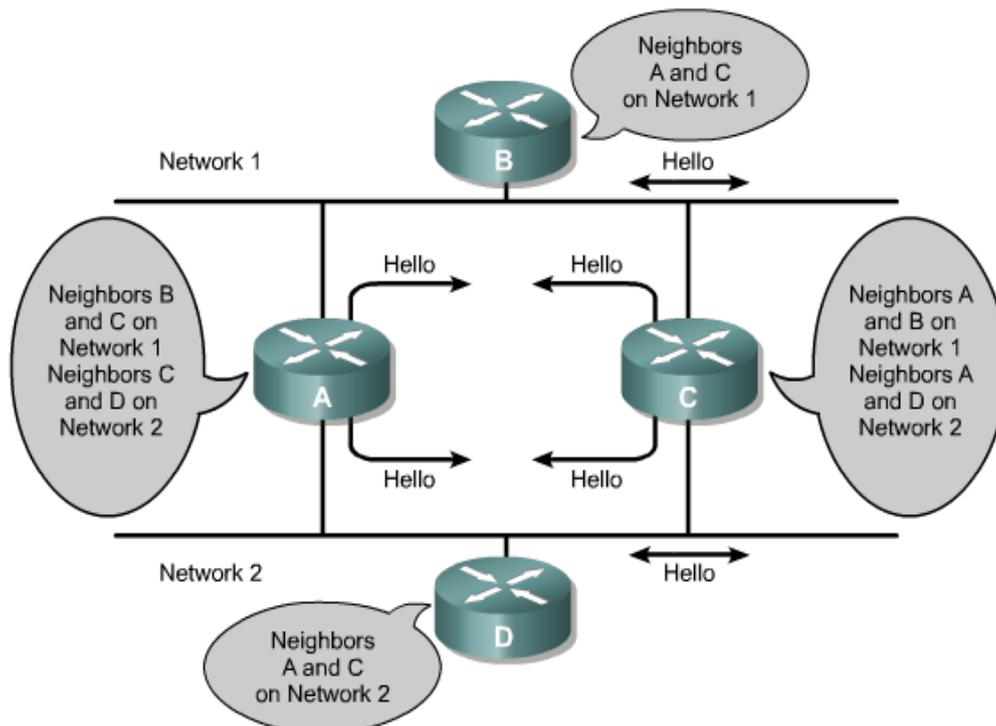
- Place chaque routeur à la racine d'une arborescence et calcule le chemin le plus court vers chaque destination en fonction du coût cumulé.
- Coût = bande passante de référence / bande passante de l'interface (bits/s)

Format du Message OSPF

OSPF n'utilise pas d'encapsulation UDP ou TCP, mais se place directement au dessus du protocole IP avec 89 comme numéro de protocole. Sur les réseaux à diffusion, OSPF utilise pour communiquer des adresses en multicast (224.0.0.5).

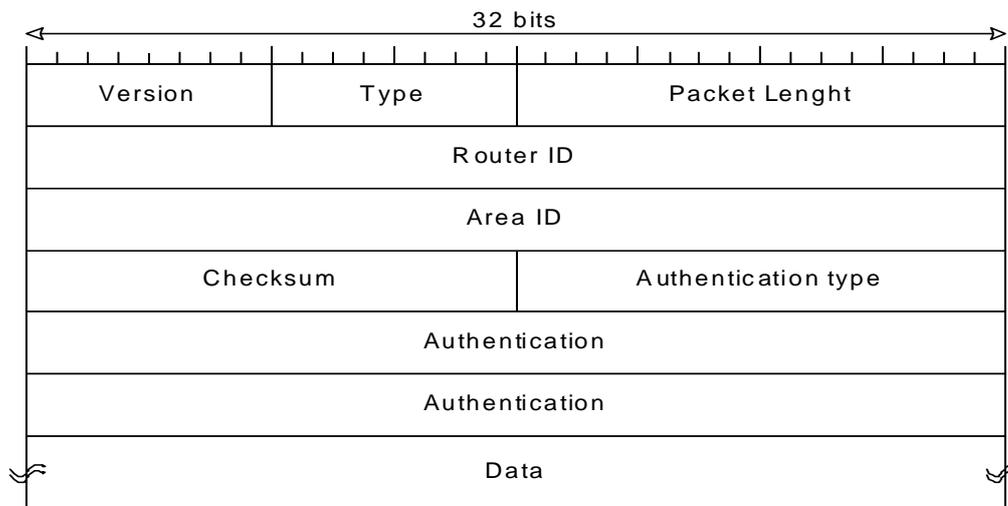


Le voisinage -Neighbor-



Format du Message OSPF

Spécification officielle d'OSPF : La RFC 2328



Le champ Version est positionné à 2

Le champ Type : indique le types de messages :

- 1) Hello envoyé à intervalles réguliers pour établir et maintenir des relations de voisinage.
- 2) Database description envoyé uniquement lors de l'initialisation d'un routeur voisin, il décrit la totalité du contenu de la base de données.
- 3) Link state request permet à un routeur de réclamer des données actualisées aux routeurs voisins, notamment lorsqu'il découvre que tout ou partie de sa base n'est plus à jour.
- 4) Link state update, réponse au message LSR qui permet de mettre à jour les bases de données en transportant sur toutes les liaisons les renseignements sur l'état et la valeur des liens. Ce message est également utilisé pour distribuer régulièrement des LSA.
- 5) Link state acknowledgment permet d'acquitter des paquets de mise à jour. En effet, les messages indiquant l'état des liens doivent être explicitement acquittés pour assurer la fiabilité du processus qui distribue l'état des liens d'un bout à l'autre d'une Area.

Le champ Packet Length La longueur du message en Octet, incluant les 24 Octets de l'entête .

Le champ Router ID l'ID du routeur qui a envoyé ce message .

Le champ Area ID l'ID de la zone dont ce routeur fait parti .

Le champ Checksum (Similaire au Checksum d'IP) tout le message est inclus à l'exception du champ Authentication.

Le champ Authentication Type ayant pour valeur 0 , 1 ou 2

0 : Pas d'authentification. / 1 : Un simple mot de passe / 2 : Authentification cryptée

Le champ Authentication : un code de 64 bits permettant l'authentification du message.

```
R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/24 is subnetted, 5 subnets
C       172.16.11.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C       172.16.12.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R       172.16.21.0 [120/1] via 172.16.112.253, 00:00:10, Serial0/1/0
R       172.16.22.0 [120/1] via 172.16.112.253, 00:00:10, Serial0/1/0
C       172.16.112.0 is directly connected, Serial0/1/0
R1#
```