Le routage dynamique

UVCI

Équipe Pédagogique Réseau Informatique @ $UVCI\ 2020$



Table des matières

I - Objectifs	3
II - Introduction	4
III - I. le protocole RIP (Routing Information Protocol)	5
1. Les protocoles de routage dynamique	5
2. Le protocole de routage RIP	7
3. RIP version 2	9
4. Exercice : Exercice 1	11
5. Exercice : Exercice 2	11
6. Exercice : Exercice 3	11
IV - II. Le protocole OSPF (Open Shortest Path First)	12
1. La notion de coût	12
2. Les tâches des routeurs OSPF	13
3. Format des messages OSPF	14
4. Configuration du protocole OSPFv2	15
5. Exercice : Exercice 1	16
6. Exercice : Exercice 2	16
7. Exercice : Exercice 3	17
V - Conclusion	18
VI - Solutions des exercices	19
VII - Bibliographie	21

Object ifs

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

- Expliquer le principe de fonctionnement du protocole de routage RIP
- Configurer le protocole RIPv2 sur un routeur
- Expliquer le principe de fonctionnement du protocole de routage OSPF
- $\bullet\,$ Configurer le protocole OSPFv2

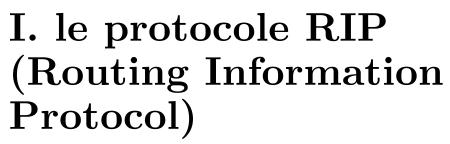
Introduction



Les protocoles de routage dynamique sont utilisés dans les réseaux depuis la fin des années quatre-vingt. Le protocole RIP est l'un des tout premiers protocoles de routage. Aussi, deux protocoles de routage avancés ont été développés pour répondre aux besoins des réseaux plus importants : OSPF (Open Shortest Path First) et IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System). Cisco a développé les protocoles IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) et Enhanced IGRP (EIGRP), qui s'adaptent également bien aux réseaux de plus grande taille.

Il a fallu par ailleurs interconnecter des interréseaux différents et assurer un routage entre ces derniers. Le protocole BGP (Border Gateway Protocol) (BGP) est désormais utilisé entre les fournisseurs d'accès Internet (FAI). Le protocole BGP est également utilisé entre les FAI et leurs clients privés plus importants pour échanger des informations de routage.

Cette leçon est essentiellement basée sur le cours de routage dynamique de la formation de Cisco.





Objectifs

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

- Expliquer le principe de fonctionnement du protocole de routage RIP
- Configurer le protocole RIPV2 sur un routeur

RIP est un protocole de routage à vecteur de distance qui implémente l'algorithme de routage Bellman-Ford.

La métrique utilisée par ce protocole pour déterminer les chemins est le nombre de sauts (nombre de routeurs) à traverser avant d'atteindre un réseau. La métrique est exprimée comme un nombre entier variant de 1 à 15 ; la valeur 16 correspond à l'infini.

1. Les protocoles de routage dynamique

Évolution des protocoles de routage dynamique

Les protocoles de routage dynamique sont utilisés dans les réseaux depuis la fin des années quatre-vingt. Le protocole RIP est l'un des tout premiers protocoles de routage. RIPv1 a été publiée en 1988, mais certains de ses algorithmes de base étaient déjà utilisés sur ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) dès 1969.

A mesure que les réseaux évoluaient et devenaient plus complexes, de nouveaux protocoles de routage ont émergé. Le protocole RIP a été mis à jour vers RIPv2 pour s'adapter à la croissance dans l'environnement réseau. Cependant, RIPv2 n'est pas encore suffisamment évolué pour les mises en œuvre actuelles de réseaux plus vastes.

Aussi, deux protocoles de routage avancés ont été développés pour répondre aux besoins des réseaux plus importants : OSPF (Open Shortest Path First) et IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System). Cisco a développé les protocoles IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) et Enhanced IGRP (EIGRP), qui s'adaptent également bien aux réseaux de plus grande taille.

Il a fallu par ailleurs interconnecter des interréseaux différents et assurer un routage entre ces derniers. Le protocole BGP (Border Gateway Protocol) est désormais utilisé entre les fournisseurs d'accès Internet (FAI). Le protocole BGP est également utilisé entre les FAI et leurs clients privés plus importants pour échanger des informations de routage.

Classification des protocoles de routage

Les protocoles de routage dynamique peuvent être classés en deux grands groupes :

• Les protocoles de routage interne : EIGRP, RIP et OSPF. Les protocoles de routage interne sont des protocoles de routage qui permettent le routage à l'intérieur de systèmes autonomes (AS : Autonomous System) correspondant à un domaine de routage. Ils peuvent être

caractérisés par un langage de communication.

• Les protocoles de routage externe : EGP ou BGP. Ils sont utilisés par les routeurs de bord d'un système autonome.

Ces protocoles de routage dynamique fonctionnent à partir de deux types d'algorithme de routage dynamique :

- Les algorithmes à vecteur de distance : RIP et EIGRP
- Les algorithmes à état de liens : OSPF et IS-IS

Les Algorithmes à vecteurs de distance

Ces algorithmes permettent pour chaque routeur de retenir (garder) la plus courte distance (le plus petit nombre de sauts) pour atteindre une destination grâce aux informations échangées.

Ils sont basés sur l'algorithme de Bellman-Ford (cf. cours de graphe et réseau). Le principe de cet algorithme est présenté comme suit :

- Un routeur diffuse régulièrement à ses voisins les routes qu'il connaît ;
- Une route est composée d'une adresse IP de destination, d'une adresse de routeur et d'une métrique indiquant le nombre de sauts (nombre de routeurs) nécessaires pour atteindre la destination.
- Un routeur qui reçoit les informations liées à des routes, compare les routes reçues avec ses propres routes connues et met à jour sa table de routage
 - Si une route reçue est inconnue
 - Si une route reçue comprend un plus court chemin

Les Algorithmes à états de liens

Ils sont basés sur la transmission d'une table complète des liens possibles entre les routeurs dans le réseau. Cette table doit leur permettre ensuite de calculer localement les meilleures routes pour une destination donnée.

Ils sont basés sur la technique de l'algorithme de Dijkstra, la technique du plus court chemin (SPF : Shortest Path First). Le principe de cette technique se présente comme suit :

- Les routeurs maintiennent une table complète des liens du réseau (la topologie du réseau) et calculent les meilleurs chemins localement à partir de cette topologie ;
- Les routeurs ne communiquent pas la liste de toutes les destinations connues contrairement aux algorithmes à vecteurs de distance.
- Un routeur qui implémente la technique SPF, teste périodiquement l'état des liens qui la relient à ses voisins, puis diffuse périodiquement ces états à tous les autres routeurs du domaine ;
- Lorsqu'un message parvient à un routeur, celui-ci met à jour la carte des liens et recalculent localement, pour chaque lien modifié, la nouvelle route selon l'algorithme de Dijkstra qui détermine le plus court chemin pour toutes les destinations à partir d'une même source.

Ce type d'algorithme présente plusieurs avantages :

- La convergence est rapide et sans boucle
- Les chemins multiples sont possibles
- Les métriques ne sont pas limitées à la distance qui peut être remplacé par le débit et la meilleure route dans ce cas sera celle avec le meilleur débit.
- Chaque routeur calcule ses routes indépendamment des autres.
- Les messages diffusés sont inchangés d'un routeur à l'autre et permettent un contrôle aisé en cas de dysfonctionnement.

Fonctions des protocoles de routage dynamique

Les protocoles de routage sont utilisés pour faciliter l'échange d'informations de routage entre des routeurs

La fonction des protocoles de routage dynamique inclut les éléments suivants :

- découverte des réseaux distants ;
- actualisation des informations de routage ;
- choix du meilleur chemin vers des réseaux de destination ;
- capacité à trouver un nouveau meilleur chemin si le chemin actuel n'est plus disponible.

🖍 Définition : Protocole de routage

Un protocole de routage est un ensemble de processus, d'algorithmes et de messages qui sont utilisés pour échanger des informations de routage et construire la table de routage en y indiquant les meilleurs chemins choisis par le protocole.

Les composants d'un protocole de routage

Les principaux composants des protocoles de routage dynamique incluent les éléments suivants :

- Structures de données : pour fonctionner, les protocoles de routage utilisent généralement des tables ou des bases de données. Ces informations sont conservées dans la mémoire vive.
- Messages de protocoles de routage : les protocoles de routage utilisent différents types de messages pour découvrir les routeurs voisins, échanger des informations de routage et effectuer d'autres tâches afin d'obtenir et de gérer des informations précises relatives au réseau.
- Algorithme : un algorithme est une liste précise d'étapes permettant d'accomplir une tâche. Les protocoles de routage utilisent des algorithmes pour faciliter l'échange d'informations de routage et déterminer le meilleur chemin d'accès.

Ils permettent aux routeurs de partager de manière dynamique des informations sur les réseaux distants et de fournir automatiquement ces informations à leurs propres tables de routage.

la distance administrative

Lorsque sur un routeur, plusieurs protocoles sont définis, pour savoir quel protocole doit être utilisé pour le routage, le choix qui a été fait est d'associer un degré de confiance à chacun des protocoles de routage, degré de confiance appelé distance administrative. Sa valeur est comprise er 255, le routeur privilégie la route à distance administrative la plus faible.

• Route directement connectée : $\mathrm{DA} = 0$ (une confiance absolue).

- Route statique : DA = 1 (c'est l'administrateur qui entre la route, on considère qu'il sait ce qu'
- Route issue de EIGRP : DA = 90.
- Route issue de IGRP : DA = 100 (normalement abandonné au profit de EIGRP).
- Route issue de OSPF : DA = 110.
- Route issue de RIP : DA = 120.
- DA = $255 \rightarrow$ source non fiable, la route n'est pas installée dans la table de routage.

2. Le protocole de routage RIP

1.1. Format de message RIP version 1

Les messages au format RIP commencent par un mot de 32 bits comportant le code de la demande et un numéro de version, suivi par un ensemble de couples adresse/métrique occupant cinq (5) mots de 32 bits.

Commande (8 bits)	Version (8 bits)	Laisser à zéro (16 bits)
Famille d'adresse (16 bits)		Laisser à zéro (16 bits)
Adresse IP (32 bits)		
Laisser à zéro (32 bits)		
Laisser à zéro (32 bits)		
Métrique (32 bits)		

Figure 1 : format du message RIPv1

Les messages peuvent être de deux types :

- Une requête caractérisée par le champ commande avec la valeur 1, permet de demander à l'autre routeur d'envoyer tout ou partie de sa table de routage.
- Une réponse avec le champ commande mis à 2, qui contient tout ou partie de la table de routage de l'hôte émettrice.

Chacun des couples adresse/métrique permet la mise à jour des tables de routage du routeur recevant le message suivant l'algorithme de Bellman-Ford.

le champ Command permet de distinguer les différents types de message :

- Request, qui permet de demander à un système distant d'envoyer tout ou partie de sa table de routage. Ce message permet, à un routeur, lors de son démarrage d'acquérir rapidement les informations de routage sans attendre une diffusion ;
- Response, message contenant tout ou partie d'une table de routage. Ce message peut être envoyé en réponse au message précédent (Request), ou lors d'une simple mise à jour périodique ;

le champ Version identifie la version du protocole, il doit être mis à 1.

L'ensemble des champs suivants contient les informations en relation avec les routes :

- Address Family identifie la famille d'adresse, cette valeur est à 2 pour IP. Toute autre valeur doit être ignorée. Les deux octets suivants doivent être mis à zéro ;
- $IP\ Address$ contient l'adresse $IP\ d$ 'un réseau, d'un sous-réseau ou d'une station ou un routeur par défaut (0.0.0.0); Les deux champs suivants doivent être mis à zéro ;
- *Metric* indique, en nombre de sauts, la distance du réseau IP identifié précédemment. La valeur maximale est de 15.

1.2. Principe général de RIP version 1

Suivant l'état d'un routeur, différentes séquences sont mis en œuvre :

- Lors de l'initialisation, le routeur envoie sur chacune de ses interfaces une requête pour demander la table complète des routeurs connectés (ses voisins) après avoir déterminé l'adresse réseau de ses interfaces (champ adresse family à 0 et métrique à 16) ;
- Lors de la réception d'une requête, pour une requête d'initialisation la table de routage intégrale est transmise. Sinon pour chaque route demandée, la métrique en cours est renvoyée.
- Lors de la réception d'une réponse, le routeur peut mettre à jour sa table de routage, en ajoutant, modifiant ou détruisant les différentes entrées. Deux cas peuvent se présenter :
 - Pour une nouvelle route, il incrémente la distance (métrique), vérifie que celle-ci est strictement inférieur à 15 et diffuse immédiatement le vecteur de distance (adresse/métrique) correspondant.
 - Pour une route existante mais avec une distance plus faible, la table est mis à jour et le vecteur est intégré si les informations diffèrent. Dans le cas contraire la route est ignorée.

3. RIP version 2

Amélioration de RIPv2

La deuxième version de RIP propose un ensemble d'améliorations :

- Le routage par sous réseau : diffusion des masques de sous réseaux associés aux adresses réseaux (RIPv1 utilise les masques réseaux par défaut)
- Le support de CIDR
- L'authentification des messages avec des mots de passe crypté avec MD5
- La transmission multicast : Pour diffuser les vecteurs de distance, la multi-diffusion est utilisée au lieu de la diffusion pour réduire les encombrements sur le réseau.

L'ensemble de ces améliorations rendent RIPv1 obsolète bien qu'il soit géré par tous les routeurs et simple.

Format du message RIPv2

RIP v2 remédie à certains inconvénients de RIPv1 tout en restant compatible avec lui. RIP v2 permet de diffuser le masque de sous-réseau (Subnet Mask Field). Un champ d'authentification peut être inséré entre l'en-tête RIP et la première entrée, c'est à dire l'Address Family. Le format de RIPv2 est présenté par la figure 2.

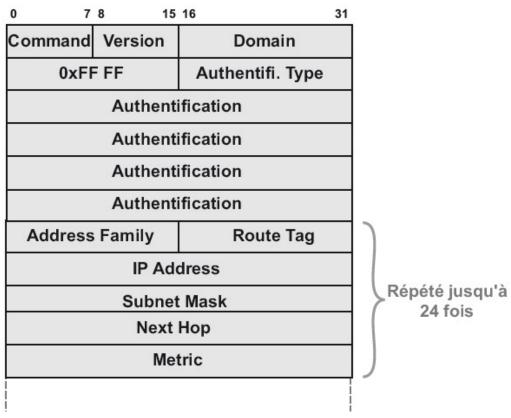


Figure 1. Format des messages RIPv2

Le champ Type authentification à 0x0000 indique qu'il s'agit d'une authentification simple, suit alors le mot de passe en clair sur 16 octets. Un autre format, plus complexe, permettant de crypter le mot de passe est aussi défini.

Le champ *Domain* permet de subdiviser le réseau en différents réseaux logiques. Les routeurs ignorent les messages émanant d'un domaine autre que le leur.

Le champ Route Taq pourra être utilisé en conjonction avec un protocole de routage externe (EGP).

Le champ $Next\ Hop$ identifie le routeur d'origine, mais il permet aussi de forcer une route vers un autre routeur.

Mode de configuration de RIP sur routeur

Cette section donne un bref aperçu de la configuration des paramètres de base du protocole RIP et de la vérification du protocole RIPv2. Le protocole RIP est utilisé comme protocole de routage dynamique. Pour activer le protocole RIP, la commande utilisée est : router rip

Cette commande permet d'accéder au mode de configuration du routeur dans lequel les paramètres de routage RIP sont configurés.

Pour désactiver et éliminer le protocole RIP, la commande de configuration globale utilisée est : no router rip. Cette commande arrête le processus RIP et efface toutes les configurations RIP existantes.

Activation du routage RIP sur un routeur

Lorsque vous passez en mode de configuration du routeur RIP, le routeur est chargé d'exécuter le protocole RIPv1 par défaut. Toutefois, le routeur doit encore savoir quelles interfaces locales il doit utiliser pour communiquer avec d'autres routeurs et quels réseaux connectés localement il doit annoncer à ces routeurs.

Pour activer le routage RIP pour un réseau, utilisez la commande "network adresse_du_réseau" en mode de configuration de routeur.

Cette commande :

- active le protocole RIP sur toutes les interfaces qui appartiennent à un réseau spécifique. Les interfaces associées envoient et reçoivent désormais les mises à jour RIP.
- annonce le réseau spécifié dans les mises à jour de routage RIP envoyées aux autres routeurs toutes les 30 secondes.

Pour activer la version 2 de RIP, après avoir saisie la commande qui permet d'accéder au mode de configuration du routeur, on utilise la commande version 2.

🖢 Exemple : Activation de RIPv2 sur un routeur

On suppose qu'on est en mode de configuration globale. Activons RIP version 2 sur R1

 $R1(config) \# router \ rip$

R1(config-router) # version 2

On suppose qu'on a la topologie ci-dessous. Activons le protocole RIP sur le routeur R2. Ici il faut remarquer que R2 est connecté à trois réseaux : 192.168.3.0/24, 192.168.2.0/24 et 192.168.4.0/24. Donc on aura :

R2(config-router) # network 192.168.2.0

R2(config-router) # network 192.168.3.0

R2(config-router) # network 192.168.4.0

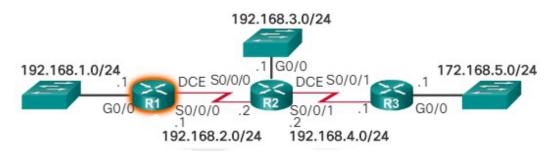


Figure 2 : Topologie

4.	Exercice: Exercice 1	
		[Solution n°1 p 19]
	Le protocole de routage RIP est un protocole de routage à l'algorithme de . La métrique utilisée par ce protocole pour déte est le . à traverser avant d'atteindre un réseau.	qui implémente rminer les chemins
5.	Exercice : Exercice 2	[Solution n°2 p 19]
	Le format d'un message RIPv1 est composé de combien de bits ? 32 bits	
	5 mots de 32 bits	
	☐ 192 bits	
6.	Exercice : Exercice 3	Solution n°3 p 19
	Parmi les champs suivant, lesquels sont communs à RIPv1 et RIPv2	, ,
	Address Family	
	☐ Authentification	
	Masque de sous réseau	
	☐ Command	
	☐ Metric	
	☐ IP Address	

Cette activité a permis de présenter le principe de fonctionnement du protocole de routage RIP.

II. Le protocole OSPF (Open Shortest Path First)

Objectifs

- Expliquer le principe de fonctionnement du protocole de routage OSPF
- Configurer le protocole OSPFv2

Le protocole OSPF est un protocole à état de liens globalement plus efficace que RIP et tend à remplacer ce dernier pour le routage interne.

OSPF utilise l'algorithme de Dijkstra afin d'élire le meilleur chemin de coût cumulé le plus faible sur l'ensemble de ses liens vers une destination donnée.

C'est un protocole ouvert (Open) et défini par l'IETF(Internet Engineering Task Force)

1. La notion de coût

Supposons qu'on dispose de la topologie ci-dessous. Les coûts spécifiés sont les coûts par défaut et sans unités.

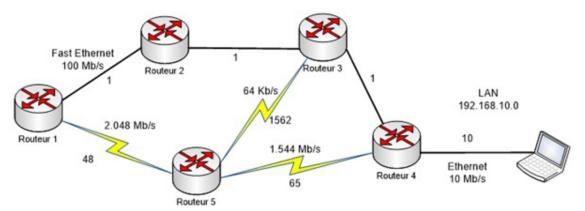


Figure 2 : Exemple de coût sur les liens OSPF

L'idée est d'atteindre le réseau local 192.168.10.0 à partir du routeur 1. Avec RIP, la route la plus courte en nombre de sauts passe par le routeur 5 (Routeur 1 - Routeur 5 - Routeur 4). Si certains liens présentent un débit plus élevé que d'autres, le choix de RIP n'est pas approprié.

Le protocole OSPF attribut un coût à chaque lien afin de privilégier l'élection de certaines routes. Plus le coût est faible, le lien est éligible. Dans notre exemple de topologie de la figure 2, la métrique choisie est le débit. Suivant les coûts associés à chaque lien, la route OSPF passera par le routeur 2, routeur 3, routeur 4 avec un coût total de 13 et un débit minimum de 10 Mb/s sur toute la route donc OSPF privilégie les routes avec un coût faible, supposés rapide en termes de débit.

L'expression de calcul du coût est : référence / débit avec référence = 100 million correspondant à un

débit de 100 Mb/s.

Un protocole OSPF fonctionnera dans un domaine (une zone) et à l'intérieur de cette zone, les routeurs OSPF doivent préalablement remplir différentes tâches (voir les sections suivantes) avant de pouvoir effectuer le travail de routage.

2. Les tâches des routeurs OSPF

2.1. Établissement de la liste des routeurs voisins

Pour établir la liste des voisins, des paquets de données appelés « hello » sont envoyés périodiquement (par défaut toutes les $10~\rm s$) sur chaque interface du routeur où le routage dynamique a été activé.

Les paquets « hello » permettent à chaque routeur de s'annoncer auprès de ses voisins et d'intégrer leurs adresses IP dans une base de données.

Ce processus est généralisé à l'ensemble même des routeurs d'une zone donnée, ce qui fait qu'à terme, tous les routeurs de la même zone connaîtrons les adresses IP de tous leurs voisins.

Remarque

Deux routeurs sont dits voisins s'ils ont au moins un lien en commun.

2.2. Élection du routeur désigné

Dans une zone OSPF, il est nécessaire d'élire un routeur désigné qui servira de référent pour la base de données topologique (la carte des liens) représentant le réseau. Cette élection répond à trois objectifs :

- Réduire le trafic lié à l'échange d'informations sur l'état des liens. Désormais avec le routeur désigné (le référent), il n'y a plus d'échange entre tous les routeurs mais entre chaque routeur et le référent :
- Améliorer l'intégrité de la base de données topologique. En effet, cette base de données doit être unique pour tous les routeurs de la même zone ;
- Accélérer la convergence, c'est-à-dire le temps mis pour que les routeurs aient la même table complète et à jour (point faible de RIP)

Par convention, le référent est celui qui a la priorité la plus élevée et cette priorité est spécifiée par l'administrateur.

▶ Remarque

L'élection du référent (routeur désigné) se fait à l'aide d'échange de paquet hello qui contienne l'adresse IP et la valeur de priorité du routeur émetteur.

2.3. Découverte des routes

Pour constituer la base de données topologique, les routeurs doivent communiquer les liens qu'ils connaissent.

- Sur une interface sans référent, les mises à jour OSPF sont envoyées directement au voisin.
- \bullet Sur une interface avec référent, les routeurs « non référent » envoient leurs mis à jour au référent en utilisant l'adresse multicast 224.0.0.6
- \bullet Le référent relaie les mises à jour à tous les routeurs OSPF en utilisant l'adresse multicast 224.0.0.5

2.4. Sélection des bonnes routes

Chaque routeur possédant la table à jour des liens est capable de calculer au besoin la nouvelle route vers une destination selon l'algorithme de Dijkstra.

2.5. Maintient de la base topologique

Quand un changement survient sur un lien dans le réseau, les routeurs doivent avertir leurs voisins. Ce changement est constaté par un routeur lorsqu'il ne reçoit pas de paquets « hello » pendant une durée de 40 secondes de silence. Un tel lien sera considéré comme inactif (non actif). Le routeur qui a détecté ce changement envoie un paquet contenant l'information du nouvel état du lien au référent qui fera passer le message aux autres routeurs.

3. Format des messages OSPF

3.1. Généralité

OSPF utilise des adresses multicast, 224.0.0.5 pour adresser tous les routeurs d'une zone et 224.0.0.6 pour communiquer avec le routeur désigné. Tous les messages d'OSPF utilisent le même en-tête de 24 octets (figure 3).

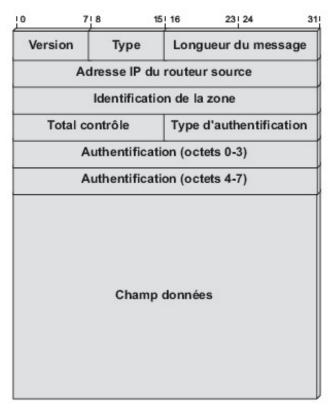


Figure 3 : en-tête message OSPF

Les différents champs sont :

- Version : indique la version courante du protocole. La version actuelle est la 2 ;
- Type, sur un octet précise le contenu du champ Données :
 - Type 1, message Hello pour déterminer le délai ;
 - Type 2, message de description de la base de données (topologie) ;
 - Type 3, requête d'état de la liaison (Link state request) ;
 - Type 4, message de mise à jour de l'état de la liaison (Link state update);
 - Type 5, acquittement d'un message d'état de la liaison ;
- Le champ Longueur du message indique en octets la longueur du message en-tête compris ;

- Adresse IP de l'expéditeur du message ;
- Identification de zone, numéro d'identification sur 32 bits de la zone (Area).

- Total de contrôle, calculé de manière similaire au total de contrôle de TCP ;
- Type d'authentification, 0 aucune, 1 mot de passe simple ;
- Authentification, contient un mot de passe en clair sur 8 caractères.

3.2. Fonctionnement OSPF

Pour son fonctionnement OSPF met en œuvre trois sous-protocoles :

- le protocole « Hello » est utilisé entre deux routeurs adjacents pour synchroniser leur base de connaissance :
- le protocole d'échange permet, lors de l'initialisation d'un routeur, l'acquisition des entrées de sa base de données :
- le protocole d'inondation est utilisé par un routeur pour signaler la modification de l'état d'un lien qui lui est rattaché.

3.3. Le protocole Hello

Le protocole Hello permet de vérifier la connectivité entre les nœuds, d'élire le routeur désigné et le routeur backup. Un message Hello est envoyé périodiquement (intervalle Hello) pour tester la présence du routeur voisin. En l'absence de réception de message durant une période supérieure à une durée prédéterminée dénommée intervalle de mort, la liaison silencieuse est déclarée inaccessible.

3.4. Le protocole d'échange

Après la découverte de ses voisins, le routeur doit initialiser sa base de données topologiques. À l'aide des différentes informations fournies, il construit les entrées de la table (liste des liens et routeurs responsables de la mise à jour des valeurs d'état ou coût). Ces entrées lui permettront de construire une liste de demandes d'état de liens. Par la suite, les différents champs de la base seront maintenus à jour par le protocole d'inondation.

L'échange peut avoir lieu entre routeurs adjacents ou avec le routeur désigné. Durant cette phase le routeur ayant initialisé l'échange est déclaré maître (Master) et l'autre esclave (Slave).

En cas de collision d'initialisation, c'est le routeur de plus grand identifiant qui est choisi.

3.5. Le protocole d'inondation

À chaque changement d'état d'un lien, le routeur qui en a la charge (routeur annonçant) émet un message d'avertissement d'état d'un lien. Chaque routeur

recevant ce message compare le numéro de séquence des liens qu'il a en mémoire et le numéro de séquence de l'annonce. Si l'annonce est plus récente, il la retransmet sur toutes ses interfaces, sauf celle par laquelle il l'a reçue et acquitte ce message.

4. Configuration du protocole OSPFv2

Les éléments essentiels dans une configuration minimale d'OSPF

Trois éléments sont à retenir dans une configuration minimale de OSPF:

- OSPF Process ID (PID) : Le process ID est le numéro du processus OSPF qui est lancé sur le routeur. On fixe une valeur locale au routeur qui n'a rien à voir avec les numéros de zones (area).
- Router ID : Chaque routeur d'une topologie dispose d'un identifiant unique codé sur 32 bits. En OSPFv2, s'il n'est pas fixé sur les routeurs Cisco, l'adresse IP la plus élevée des interfaces de loopback est utilisée, et en leur absence, ce sera l'adresse IP la plus élevée parmi les interfaces physiques.
- Les interfaces passives : Les interfaces dites "passives" sont celles qui n'envoient aucun

message d'un protocole de routage comme OSPF.

Mode de configuration du protocole OSPFv2

La commande permettant de rentrer en mode de configuration d'OSPF sur le routeur est router ospf pid. On suppose qu'on est sur un routeur nommé R1 alors on aura :

 $R1(config) \# router \ ospf \ PID$

R1(config-router)#

Lorsqu'on est entré en mode de configuration d'OSPF sur le routeur, on peut maintenant définir une interface passive. supposons que l'interface ${\rm Fa0/0}$ est passive. la commande qui permet de définir ${\rm Fa0/0}$ comme passive est passive-interface. Etant toujours sur R1, on aura :

R1(config-router) # passive-interface Fa0/0

Activation du protocole OSPF

Activer un protocole de routage en Cisco IOS consiste à déclarer une interface et son réseau dans le processus de routage dynamique.

Cette action a pour effet à la fois :

- d'activer la capacité de l'interface à transmettre et à recevoir des informations de routage,
- de transporter des annonces pour le réseau connecté à l'interface.

En OSPF, on précise la zone (area) à laquelle participe l'interface.

En OSPFv2, la commande network par exemple est utilisée pour déclarer le réseau de l'interface Fa0/0 du routeur R1 par exemple. La syntaxe générale est : Router(config-router)# network Adresse IP masque générique area area id.

R1(config-router)#network 192.168.80.1 0.0.0.3 area 0

Le masque générique est obtenu en faisant l'opération 255.255.255.255.255 - Masque du réseau. Supposons le masque réseau est 255.255.255.255.255. Pour déterminer le masque générique associé, on fait 255.255.255.255.255 - 255.255.255.255 = 0.0.0.3

5. Exercice: Exercice 1

or Energies . Energies i	
	[Solution n°4 p 19]
Le protocole OSPF est un protocole à routage interne. Il utilise l'algorithme de plus sur l'ensemble de ses liens vers une des	qui tend à remplacer le protocole pour le afin d'élire le meilleur chemin de coût cumulé le tination donnée.
6. Exercice : Exercice 2	
	[Solution $n^5 p$ 19]
Spécifiez les tâches d'un routeur qui implémente le	protocole OSPF
☐ Établissement de la liste des routeurs voisins	
☐ Établissement de la liste des routeurs distants	
☐ Élection du routeur désigné	
☐ Découverte des routes	
☐ Sélection des bonnes routes	

1 1 1 1 1

7. Exercice: Exercice 3

[Solution n °6 p 20]

Le fonctionnement d'OSPF peut se décomposer en quatre étapes :
\square élection du routeur désigné et de son backup ;
synchronisation des données topologiques ;
mise à jour des bases de données ;
calcul du chemin le plus court.

Conclusion



Cette leçon a permis de présenter les principes des principaux protocoles de routage interne tels que OSPF et RIP.

Solutions des exercices



Le protocole de routage RIP est un protocole de routage à vecteur de distance qui implémente l'algorithme de Bellman-Ford . La métrique utilisée par ce protocole pour déterminer les chemins est le nombre de sauts à traverser avant d'atteindre un réseau.

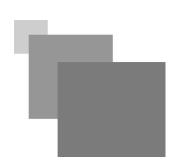
> Solı	ution n°2	Exercice p. 11
	32 bits	
\checkmark	5 mots de 32 bits	
\checkmark	192 bits	
	le format est composé de 6 mots de 32 bits soit $6x32 = 192$.	
> Solı	ution n°3	Exercice p. 11
\checkmark	Address Family	
	Authentification	
\checkmark	Masque de sous réseau	
\checkmark	Command	
\checkmark	Metric	
\checkmark	IP Address	
> Solı	ution n° 4	Exercice p. 16
rou	protocole OSPF est un protocole à état de liens qui tend à remplacer le protocole la tage interne. Il utilise l'algorithme de Dijkstra afin d'élire le meilleur chemin de cons faible sur l'ensemble de ses liens vers une destination donnée.	
> Solı	ution n°5	Exercice p. 16
\checkmark	Établissement de la liste des routeurs voisins	
	Établissement de la liste des routeurs distants	
\checkmark	Élection du routeur désigné	
\checkmark	Découverte des routes	

lacktriangledown Sélection des bonnes routes

.

- \checkmark élection du routeur désigné et de son backup ;
- ${\color{red} \overline{\hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} \hspace*{-0.05cm} }$ synchronisation des données topologiques ;
- ✓ mise à jour des bases de données ;
- $\overline{\bigvee}$ calcul du chemin le plus court.

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