

TP Interconnexions de réseaux No3 P. Sicard

Étude du protocole de routage OSPF (Open Shortest Path First)

INTRODUCTION

Le protocole OSPF (*Open Shortest Path First*) est un protocole permettant d'établir les tables de routages pour des routeurs se trouvant dans un domaine administratif de l'Internet. On parle de routage intra-domaine (ou interne) par opposition à du routage inter-domaine (ou externe) possédant d'autres contraintes. Il fait partie des protocoles dit à état de liens (*link state*).

Ce protocole comme le protocole RIP (Routing Internet Protocol de la famille vecteur de distance) permet de réagir dynamiquement aux modifications du réseau. Contrairement à RIP, le calcul des tables de routage est basé sur une vue globale du réseau et à l'état des liens (métriques des liens : débits, délais, charges...). Il permet ainsi d'éviter les problèmes de convergences de RIP.

Ce protocole est basé sur deux phases principales :

1. Apprentissage de la topologie du réseau
2. Calcul du plus court chemin à partir de la topologie du réseau et construction de la table de routage.

Le calcul du plus court chemin est basé sur l'algorithme de Dijkstra.

La phase d'apprentissage de la topologie du réseau est plus complexe.

Elle est basée sur différentes phases assumant des fonctions spécifiques:

1. **Protocole Hello** : Découverte des voisins et vérification périodique de la présence des voisins. Les paquets Hello sont émis périodiquement.

2. **Echange de la liste des liaisons entre routeurs (*Database Description*)**

- Au démarrage d'un routeur ou à la mise en place d'un nouveau lien :

Emission d'un paquet contenant la « liste des liaisons » (routeurs, réseaux terminaux) d'un routeur vers les routeurs adjacents. Ce paquet ne contient pas les détails sur les liens (Métrique ...), il ne concerne que les liaisons du routeur émetteur. Les nouvelles valeurs d'états de liaison peuvent être vérifiées grâce à des numéros de versions et estampillage temporel associés aux liaisons.

- Demande d'état de liaison (*Link State Request*)

A la réception d'un paquet « liste de liaisons », si le routeur ne connaît pas une liaison (ou si une liaison a pris une nouvelle valeur), il demande un état de cette (ou ces) liaisons grâce à un paquet « demande d'états de liaison ».

3. **Inondation des « description d'état de liaisons » (*Link state Update*)**

- Les paquets de « Description d'état de liaisons » sont émis dans trois cas :

- Périodiquement
- A la réception d'un paquet « Demande d'états de liaison ».
- Au changement de topologie autour d'un routeur

- Un paquet « Description d'état de liaisons » contient toutes les informations sur les liaisons.

- Ce type de paquet est propagé par inondation vers tous les routeurs :

A sa réception, pour chaque annonce de liaison : si le routeur possède la même version de la liaison, il ne propage pas l'information sinon il la réémet sur toutes les autres interfaces. Cela permet de propager si nécessaire l'information et d'arrêter si nécessaire l'inondation.

- Un mécanisme d'acquiescement est ajouté sur les paquets de « Liste des liaisons » et « Description d'état de liaisons ».

Pour améliorer les performances du protocole deux notions ont été ajoutées à ces fonctions de base dans OSPF :

1. **Découpage en aires** :

Il permet de limiter la diffusion des informations lors de la phase d'inondation. Cela est particulièrement intéressant si la topologie du réseau change souvent (arrêt/rajout de routeur). La complexité d'une aire est cachée aux autres aires. Cela limite la diffusion des informations et les calculs dans les routeurs. Seule la liste des réseaux contenus dans une

aire est envoyée dans une autre aire. Les routeurs « frontières » des aires (appelés aussi *routeur de bordure d'aire*) effectuent ces échanges entre les aires. La liste des réseaux contenus dans une aire est ensuite diffusée à l'intérieur des aires par inondation comme les autres informations.

Toutes les aires doivent être attachées à une aire unique appelée Backbone (numéro 0).

2. Routeur désigné :

Pour limiter les échanges entre plusieurs routeurs d'un même réseau à diffusion, un routeur que l'on dit « désigné » sera le seul avec lequel tous les autres routeurs (du réseau à diffusion) dialoguent.

Dans le cas où il y a plusieurs routeurs sur un réseau, il y a donc une phase d'élection d'un routeur désigné pour limiter le nombre d'échange par la suite. Cette élection peut être basée sur une priorité décidée par l'administrateur.

Format de l'entête des paquets OSPF :

0	8	16	31
Version	Type	Longueur du paquet	
Identité du routeur			
Identificateur d'aire			
Checksum		Type d'authentification	
Authentification			

- La **version** du protocole OSPF : actuellement 2
- Le **type** du paquet :
 - 1 : Hello
 - 2 : Listes des liaisons (*Database Description*)
 - 3 : Demande de l'état des liaisons (*Link State Request*)
 - 4 : Description d'état de liaisons (*Link state Update*)
 - 5 : Acquiescement (*Link state Ack*)

La suite du paquet dépend de ce type.

- La **longueur du paquet** (entête comprise)
- L'**identité du routeur** : souvent l'adresse Internet la plus grande du routeur
- L'**identificateur d'aire** : Numéro de l'aire pour laquelle le paquet est actif.

- Le **Checksum** : permet de s'assurer de la validité de l'entête : même calcul que dans TCP, UDP et IP)
- Le **type d'authentification** :
 - 0 : pas d'authentification,
 - 1 : par mot de passe : en clair dans la paquet (à configurer de façon identique dans tous les routeurs).
 - 2 : par chiffrement en utilisant l'algorithme de MD-5 : un calcul est effectué par l'émetteur à partir du contenu du paquet à émettre et d'un mot de passe (identique sur tous les routeurs). Le résultat de ce calcul (à la manière d'un CRC ou d'un Checksum) est rajouté au paquet émis. Le récepteur refait le même calcul et vérifie le résultat envoyé.

- L'**authentification** (8 octets) : utilisé par l'algorithme d'authentification

OSPF est encapsulé directement par IP (numéro de protocole 89). Les adresses destinations utilisées sont des adresses multicast :

- 224.0.0.5 tous les routeurs OSPF d'un réseau
- 224.0.0.6 le routeur désigné OSPF d'un réseau

La portée des paquets OSPF est limité à un réseau (champ TTL =1).

Le sous protocole Hello :

Ce protocole permet pour chaque routeur de découvrir ses voisins et d'élire le routeur « désigné » dans le cas de voisins multiples sur un réseau à diffusion.

Format des paquets Hello (Type 1) :

0	8	16	31
ENTETE OSPF COMMUNE			
Netmask			
Intervalle d'émission	option	priorité	
Identificateur d'aire			
Intervalle de mort du routeur			
Routeur désigné			
Routeur désigné de secours			
Voisin 1			
Voisin 2			
.....			

Signification des champs :

- **Masque du réseau** : le masque pour la liaison configurée dans le routeur qui génère le Hello. Si le champ ne correspond pas au masque configuré pour la liaison dans le routeur destinataire, ce dernier rejette le Hello et n'accepte pas le routeur qui l'a transmis comme voisin.

- **Intervalle entre Hello** : nombre de secondes qui s'écoulent entre deux paquets hello de ce routeur.

- **Options** : Seuls les deux bits de plus faible poids sont définis. Le bit inférieur est T, qui indique si le routeur supporte plusieurs métrique de routage. Ceci semble impliquer qu'un routeur doive appliquer soit une seul métrique, soit toutes les métriques.
Le bit suivant est le bit E, qui implique si le routeur considère l'aire comme une aire à talon ou pas. Si le routeur destinataire n'a pas été configuré de la même manière que le routeur émetteur, le Hello sera rejeté.

- **Priorité routeur** : Champ utilisé pour élire le routeur désigné et le routeur désigné de secours. Un routeur avec un nombre supérieur a plus de chances de devenir routeur désigné. Une priorité de 0 signifie que le routeur ne deviendra jamais routeur désigné ou routeur désigné de secours, même si aucun autre routeur n'est disponible.

- **Temps mort** : le nombre de secondes qui s'écoulent avant qu'un routeur ne déclare un voisin hors d'usage s'il n'a reçu aucun Hello. Comme pour l'intervalle entre Hello, si cette valeur ne correspond pas exactement à la valeur configuré dans le routeur destinataire, ce dernier va rejeter le Hello.

- **Routeur désigné** : L'ID du routeur que le routeur émetteur pense être le routeur désigné(ou 0 si le routeur émetteur pense qu'il n'y a pas de routeur désigné).

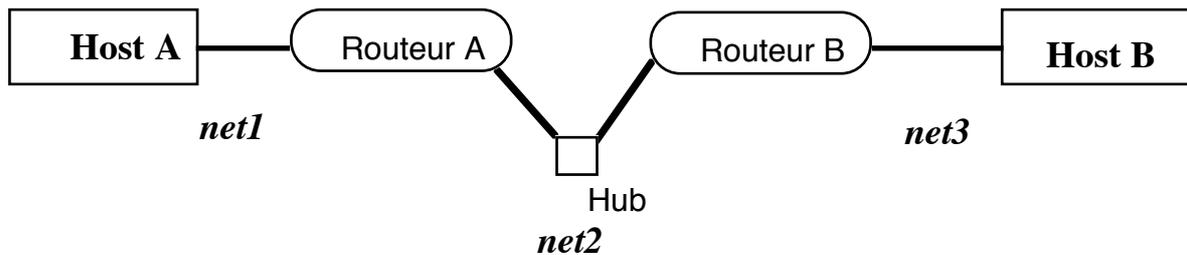
- **Routeur désigné de secours** : L'ID du routeur que le routeur émetteur pense être le routeur désigné de secours (ou 0 si le routeur émetteur pense qu'il n'y a pas de routeur désigné de secours).

- **Voisins** : Liste des ID sur 4 octets des routeurs dont les Hello ont été reçus sur la liaison pendant la durée du temps mort.

DEROULEMENT DU TP:

1- Configuration simple

- Configurez la plate-forme suivante :



- Choisir pour les 3 réseaux des adresses simples (par exemple : 1.0.0.0). Pour pouvoir réaliser la dernière manip. utilisez des adresses différentes de la plateforme d'à côté.
- Faire un plan d'adressage clair avant de câbler et de configurer (numéro d'interface et adresses).
- Configurer les différentes interfaces mises en jeu.
- Lancez dans le routeur A le protocole OSPF sur l'interface relié à net1.

Les commandes sont :

```
router ospf process-id  
network adresse-reseau-interface wildcard-mask area area-id
```

- o *Process-id* : un numéro quelconque permettant de lancer plusieurs processus OSPF sur une même machine.
- o *Adresse-interface* : l'adresse de l'interface à configurer.
- o *wildcard-mask* : doit être égal au complément booléen du netmask du réseau de l'interface.
- o *Area-id* : Numéro de l'aire dont l'interface fait partie. Le numéro d'aire du Backbone doit être 0, dans le cas où il n'y a qu'une seule aire, ce sera donc 0.

Exemple :

```
router ospf 1  
network 192.0.0.0 0.0.0.255 area 0
```

- Grâce à la commande **show ip ospf interface ethernet numéro-interface** vérifiez les informations liées à chaque interface pour OSPF.

- Observez les paquets émis par le routeurA sur le réseau net1. Quel est le type de ces paquets ?
- Expliquez le contenu des différents champs du paquet OSPF.
Quel est l'intervalle de temps séparant 2 émissions ?
- En branchant la deuxième interface de la machine A sur le réseau net2, lancez une capture des paquets circulant sur net2.
- Lancez OSPF dans le routeurB sur ses 2 interfaces. On prendra le même numéro d'aire. Lancez OSPF sur le routeurA sur son interface connectée à net2.
- Expliquez les fonctionnalités et le contenu des paquets capturés sur le réseau 2 concernant la description d'état des liaisons.

Pour vous aider : l'identificateur d'un routeur est l'adresse la plus grande de celui-ci. L'identificateur d'un lien est celui du routeur désigné.

- Observez la base de données OSPF (**show ip ospf database**). Faire le lien avec le contenu des paquets OSPF.
- Donnez le graphe OSPF correspondant.
- Comment peut-être calculée la table de routage à partir des informations contenu dans cette base de donnée ?
- Vérifiez le contenu des tables de routages des 2 routeurs (commande : **show ip route**)
- Essayer un ping de la hostA vers hostB. Pourquoi ne fonctionne-t-il pas ?
Remédier au problème.

2- Paramètres d'OSPF

A- Routeur désigné

Quel est le routeur qui a été désigné ? Pourquoi ?

On peut avoir la liste des voisins connus par un routeur par la commande :

show ip ospf neighbor

On peut changer le routeur désigné en modifiant la priorité des routeurs par la commande :

ip ospf priority *priorité*

Pourquoi choisir un routeur désigné plutôt qu'un autre ?

B- Algorithme d'authentification

Est ce qu'un algorithme d'authentification est utilisé actuellement par les routeurs ?

- Lancer une authentification par mot de passe entre les routeurs par les commandes :

ip ospf authentication-key *mot-passe* (sous le niveau interface)

area *area-id* authentication (sous le niveau router)

- Vérifier le bon fonctionnement de l'authentification.
- Retrouver le mot de passe dans l'analyse hexadécimale des paquets.

Quel est l'inconvénient de ce type d'authentification ?

C- Fréquence d'émission et timer

- Débrancher le câble du routeurA sur le Hub de net2. Vérifier périodiquement le contenu de la table de routage du routeurA et du routeurB.
- Pourquoi ces tables ne changent pas en même temps. Au bout de combien de temps celle de B change ? Pourquoi ? (réponse dans la commande **show ip ospf interface ethernet *numéro-interface***)
- Rebrancher le câble. Au bout de combien de temps les tables de routages sont-elles remises à jour ? Pourquoi ?
- Comment faire si on veut que les routeurs réagissent plus vite aux modifications d'un réseau.
- Quel intérêt ? Quel inconvénient ?

Commandes de modifications des paramètres :

ip ospf hello-interval *tps-sec* (période d'émission des paquets hello en secondes)

ip ospf dead-interval *tps-sec* (durée du timer associé aux paquets hello pour déclarer une panne sur une liaison ou un routeur en secondes)

ip ospf transmit-delay *tps-sec* (délai d'émission d'une modification d'état de liaison)

D- Coût associé à une liaison

Le coût associé par défaut à une liaison est lié au débit de cette liaison : $10^8/\text{débit}$ (en bit/s)

On peut changer ce coût grâce à la commande :

ip ospf cost *cout*

- Vérifiez les tables de routages des deux routeurs.
- Analyser la base de donnée OSPF des 2 routeurs.

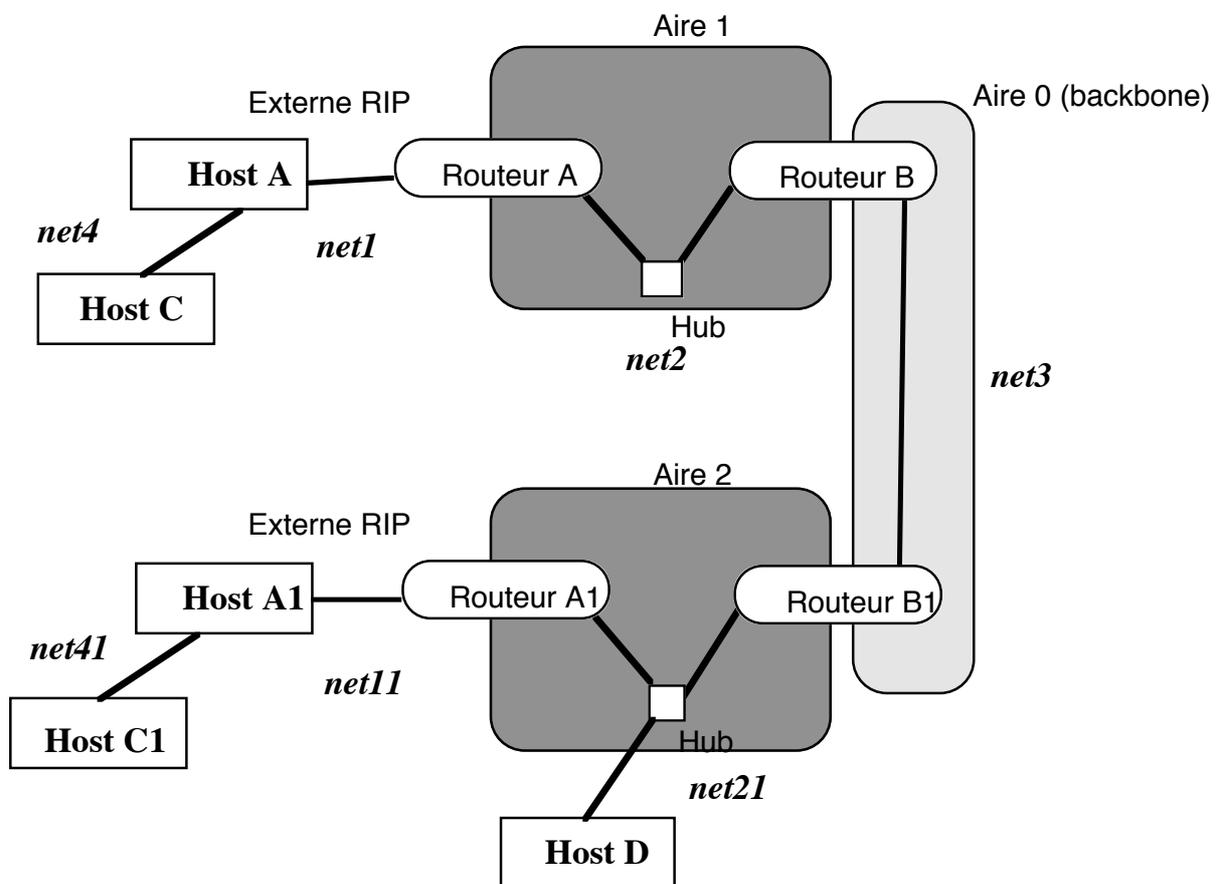
OSPF connaît-il les réseaux net1 et net4 ?

Les réseaux net2 et net3 apparaissent-ils dans la table de routage du host C ?

- Faites en sortes que l'on puisse faire un *ping* entre les machines A, B et C.
- Quelles sont les routes statiques à rajouter à la main pour que cela puisse fonctionner ?

- Définition d'aires :

Mettez vous d'accord avec la plate-forme d'à côté pour aboutir au réseau suivant :



- Faites les configurations nécessaires.
 - Vérifiez les tables de routages des différents routeurs.
 - Analyser les bases de données OSPF du routeur A et B.
 - Comment le routeur A connaît-il les informations concernant l'aire 2 ?
- Faites en sortes que l'on puisse faire un ping entre les différentes machines.
 - Quelles sont les routes statiques à rajouter à la main pour que cela puisse fonctionner ?
- Justifier votre choix en ce qui concerne la machine D. Essayez un ping de D vers HostA1.