




---

Ateliers F2- AFNOG 2007

# OSPF

Eric Assi

AFNOG 2007 1




## OSPF : Chapitre 1

---

### INTRODUCTION AUX IGP


AFNOG 2007 2



## Protocole de routage interne (IGP)

- Avantages des IGP
- Convergence
- RIP
- EIGRP
- ISIS
- OSPF


AFNOG 2007 3



## Les avantages du routage dynamique

- Detection automatique et adaptation aux changements de topologie
- Routage optimal
- Evolutif
- Robuste
- Simple
- Convergence rapide
- Controle sur le choix des routes


AFNOG 2007 4



## Notion de convergence

- On parle de convergence lorsque tous les routeurs ont la même information de routage
- En cas de non convergence, les ressources du réseau peuvent être inaccessibles
  - Les paquets sont acheminés vers d'autres destinations.
    - On parle de trou noir "Black holes" (les paquets disparaissent)
    - Bouclage du processus de routage (routing loops)
  - Le processus de convergence est déclenché après changement de status d'un routeur ou d'un lien.

AFNOG 2007 5



## RIP

- Pour "Routing Information Protocol"
- Plusieurs problèmes d'évolutivité
- RIPv1 est "classful", officiellement obsolete
- RIPv2 est "classless"
  - Plus de performances et de fonctionnalités que RIPv1
  - N'est pas utilisé à grande échelle dans le niveau d'internet
    - Utiliser seulement aux limites de l'internet, entre le réseau d'accès (dial-up access) configuré en RIPv2 et la couche suivante du réseau.

AFNOG 2007 6

## Les inconvénients de RIP

- RIP est basé sur l'algorithme du "vecteur distant"
  - Ecoute toutes les routes du voisinage
  - Installe toutes les routes dans sa table de routage
    - Le plus petit nombre de saut vers une destination X l'emporte
  - Annonce toutes les routes de sa table de routage
    - très simple, très stupide
- La seule métrique est le nombre de saut
- Le nombre maximum de saut sur un réseau 16 (pas plus)
- convergence lente (bouclage de route)
- Pas assez robuste

AFNOG 2007

7

## IGRP/EIGRP

- "Enhanced Interior Gateway Routing Protocol"
- Nouvelle version de IGRP qui était "classful"
  - IGRP développé par Cisco en 1980s pour résoudre les problèmes inhérents à RIP
- Protocole de routage propriétaire Cisco
- Basé sur l'algorithme du "Vecteur distant"
  - Bon contrôle de la métrique
- Largement utilisé sur le réseau de plusieurs entreprises et quelques ISP.
  - Multiprotocole (supporte IP, IPX, APPLETLINK,)
  - Très évolutifs et convergence rapide
  - Supporte l'équilibrage de charge (load balancing) pour des chemins de coûts différents.

AFNOG 2007

8

## IS-IS

- "Intermediate System to Intermediate System"
- Choisi en 1987 by ANSI comme un protocole de routage intra-domaine OSI (CLNP – connectionless network protocol)
  - Basé sur les travaux de DEC pour DECnet/OSI (DECnet Phase V)
  - IS-IS est basé sur l'algorithme de Dijkstra
- Extensions vers IP développées en 1988
  - NSFnet a déployé, son IGP en se basant sur une version récente du draft ISIS-IP

AFNOG 2007

9

## IS-IS

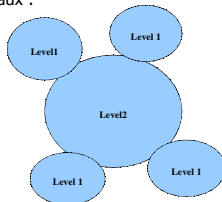
- Dans l'environnement IS-IS tout est soit un intermédiaire système (IS) ou un End Système (ES)
  - ES : Host
  - IS : Router
- IS/IS : Est un protocole qui permet aux (IS) de communiquer avec d'autres (IS), donc aux routeurs de communiquer entre eux.
- IS/IS transporte les informations de routage du protocole OSI
- Très facile de le modifier et transporter d'autres protocoles tels que IPv4 et IPv6.

AFNOG 2007

10

## IS-IS

- Architecture à deux niveaux :
  - Level 2 (backbone)
  - Level1 (zone stub.)



AFNOG 2007

11

## IS-IS (cont)

- Les motivations du développement d'IS-IS
  - Un protocole non propriétaire
  - Un grand espace d'adressage
  - Un adressage hiérarchisé
- Similarités entre IS-IS et OSPF
  - Protocoles d'état de lien basés l'algorithme de Dijkstra
  - Topologie à deux niveaux
  - OSPF est plus déployé comme solution d'entreprise
  - IS-IS plus utilisé sur des réseaux d'ISP ou opérateurs télécom
- Différences entre IS-IS et OSPF
  - Identification des aires
    - Un routeur dans IS-IS n'appartient qu'à une seule aire
    - Il n'existe pas de routeur désigné backup avec IS-IS

AFNOG 2007

12

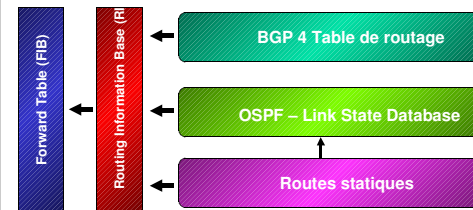
## Note: Routage et transmission

- Le routage est différent de la transmission
- Le routage permet de constituer une carte du réseau
  - Chaque protocole de routage a sa base de données de routage
  - Les protocoles de routage annoncent les tables de transmission
- La transmission consiste à acheminer le paquet vers l'équipement adjacent
  - La table de transmission contient le meilleur chemin vers le prochain saut pour chaque préfixe.
  - Il existe toujours une seule table de transmission

AFNOG 2007

13

## La table de transmission



AFNOG 2007

14

## OSPF : Chapitre 2

### LES BASES D'OSPF

AFNOG 2007

15

## LES BASES D'OSPF

- Historique de l'OSPF
- Le protocole d'état de lien
- Les paquets OSPF
- Le protocole Hello
- routeur désigné
- Topologie de réseaux OSPF

AFNOG 2007

16

## Historique de l'OSPF

- Développé par IETF – RFC1247
  - Destiné pour les réseaux TCP/IP sur Internet
- OSPF v2 version récente publiée 1998 dans le RFC2328/STD54
- OSPF V3 (extension à IPv6) publié en 1999 dans le RFC2740
  - Etat de lien/Technologie du chemin le plus court (SPF)
  - Le routage dynamique
  - La convergence
  - L'authentification de route

AFNOG 2007

17

## Le protocole d'état de lien

- Basé sur l'algorithme de Dijkstra
  - Determination du chemin le plus court
- Tous les routeurs calculent le meilleur chemin vers une destination donnée
- Tout changement d'état de lien est diffusé à travers le réseau

AFNOG 2007

18

## Le protocole d'état de lien

- Chaque routeur détient une base de données contenant toute la cartographies du réseau
  - Les liens
  - Leur état (avec leur coût)
- Tous les routeurs ont la même information
- Tous les routeurs calculent le meilleur chemin vers toute destination
- Tout changement d'état de lien est diffusé à travers le réseau

AFNOG 2007

19

## Routing basé sur l'état de lien

- Identification automatique de voisin (équipement adjacent)
  - Les voisins sont des routeurs physiquement connectés
- Chaque routeur construit un paquet d'état de lien (LSP: Link State Packet)
  - Distribue les paquets LSP aux voisins...
  - En utilisant des LSA (Link State Advertisement)

AFNOG 2007

20

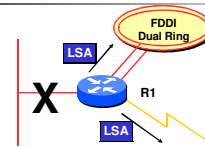
## Routing basé sur l'état de lien

- Chaque routeur calcule le meilleur chemin vers toute destination
- En cas de rupture d'un lien
  - De nouveaux paquets d'état de lien (LSP:Link state packet) sont diffusés
  - Tous les routeurs recalculent leur table de routage

AFNOG 2007

21

## Faible bande passante



- Seuls les changements sont propagés
- Le Multicast est utilisé sur les réseaux multi-accès à diffusion
  - 224.0.0.5 est utilisé pour tous les routeurs parlant OSPF
  - 224.0.0.6 est utilisé par les DR (designated router) et les BDR (backup designated router) routeurs

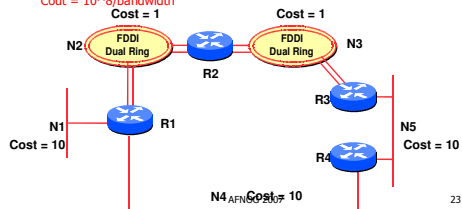
AFNOG 2007

22

## "Shortest Path First"

- Le chemin optimal est déterminé par la Somme des coûts des différents interfaces.
- La métrique est calculée à partir de la bande passante

$$\text{Coût} = 10^8 / \text{bandwidth}$$



23

## Les paquets OSPF

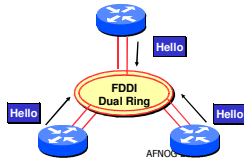
- 5 types de paquets utilisés par OSPF :
  - L'établissement des relations de voisinage, étape transitoire des routeurs adjacents
  - Mise à jour des tables de routage de routage
  - Hello
  - Database description (DDP)
  - Link-state request (LSR)
  - Link-state update (LSU)
  - Link-state acknowledgment (LSA)

AFNOG 2007

24

## Le protocole Hello

- Le Protocole Hello
  - Responsable de l'établissement et la maintenance du dialogue en routeurs voisins
  - Election de routeur désigné sur les réseaux à diffusion



25

## Les paquets Hello OSPF

- Le Protocole Hello
  - les paquets Hello sont périodiquement transmis sur toutes les interfaces OSPF
  - Multicast des paquets ( 224.0.0.5 ) sur toutes les interfaces des routeurs
  - Périodicité **10s sur les LAN**, 30s sur les NBMA
  - Dead interval **40s sur les LAN**, 120s sur les NBMA
- Le paquet Hello
  - Contient les informations telles que la Priorité du routeur, les intervalles d'annonce d'Hello, une liste des voisins reconnus, etc

AFNOG 2007

26

## Les paquets Hello OSPF

- Utilisation des annonces LSA ( Link state advertisement)
  - Les LSAs sont ajoutés à la base de données OSPF
  - Les LSAs sont transmis vers les voisins OSPF
- Chaque routeur construit une base de donnée d'état de lien identique
- l'algorithme SPF s'appuie sur cette base de donnée
- Création de la table transmission à partir "SPF tree"

AFNOG 2007

27

## L'Algorithme OSPF

- Lorsqu'un changement survient :
  - Le changement est annoncé à tous les voisins
  - Tous les routeurs exécutent l'algorithme SPF en utilisant la nouvelle base de données
  - Le protocole reste passive lorsque que réseau est stable
  - Une mise à jour périodique des **LSA chaque 30 minutes**, dans le cas contraire, les mis à jour à chaque changement d'état du réseau

AFNOG 2007

28

## Routeurs désignés

Ces routeurs contrôlent les mises à jour des informations de routage sur les réseaux à diffusion et d'accès multiple (Ethernet, token ring, FDDI,...)

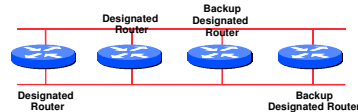
- Seuls les DR et les BDR peuvent être totalement adjacents avec les autres routeurs
- Les autres routeurs restent dans un état "2-way" en eux.
- Si le DR ou le BDR "disparaît", une re-elections du routeur disparu s'opère.

AFNOG 2007

29

## Routeurs désignés (suite)

- Un seul DR par réseau d'accès multiple
  - Génère des paquets LSA sur le réseau
  - Le BDR écoute mais ne génère aucun paquet
  - Accélère la synchronisation des bases de données
  - Réduit le trafic sur le réseau d'accès



AFNOG 2007

30

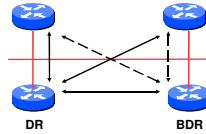
## Routeur désigné (suite)

- Les DR/BDR permettent d'éviter la surcharge du réseau
  - relation entre routeurs sans DR/BDR parlant OSPF  $n(n-1)/2$  contre  $2n-2$  avec DR/BDR
  - Reduit l'utilisation des CPU des routeurs
- Tous les routeurs sont adjacents au routeur DR/BDR
- Le routeur DR met à jour la base de données de tous ses voisins

AFNOG 2007

31

## Routeur désigné (suite)



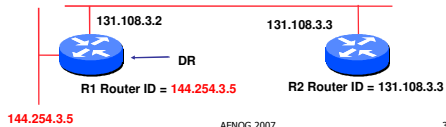
- Diffusion de LSA ( routeurs adjacents)

AFNOG 2007

32

## Routeur désigné (suite)

- Déterminée par la priorité de l'interface
- Par le routeur ayant le plus grand ID
  - Pour Cisco IOS, c'est l'adresse IP de l'interface loopback
  - En l'absence de loopback, la plus grande adresse IP d'une interface physique sur le routeur



AFNOG 2007

33

## Routeur désigné (suite)

- Peut être forcée en changeant l'ID du routeur :
  - router-id <ip address>
- Peut être forcée en changeant la priorité du routeur :
  - ip ospf priority 100 (default "1", candidat non éligible "0")

AFNOG 2007

34

## Topologie de réseaux OSPF

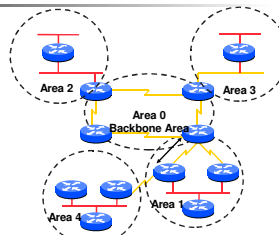
- Aires OSPF
- Liens virtuels
- Types de Routeurs
- Types de routes OSPF
- Différents types de LSA
- Route avec authentication
- Plusieurs chemins de couts identiques

AFNOG 2007

35

## Aires OSPF

- Groupe de réseaux et d'hotes contigus
- Base de données définie par aire
  - Invisible hors de la aire
  - Réduction du trafic de routage
- Backbone d'aires contigues
  - Toutes les aires doivent être connectées au backbone
- Liens virtuels



AFNOG 2007

36

## Aires OSPF (suite)

- Réduit le trafic de routage au niveau du backbone aire 0
- Quand doit-on subdiviser le réseau en aires ?
  - lorsque le backbone a plus de 10 à 15 routeurs
  - Lorsque la topologie du backbone devient complexe
- Le design des aires s'apparente à l'architecture des backbones d'ISP

AFNOG 2007

37

## Liens virtuels

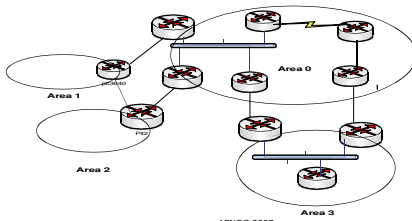
- Pas recommandés
- A quoi servent-ils ?
  - Utiliser dans un scénario de backup
  - Permet d'assurer la connectivité d'une aire à une aire autre que le backbone
  - Permet d'assurer la connectivité d'une aire déconnectée

AFNOG 2007

38

## Liens Virtuels

Exemple : liens virtuels

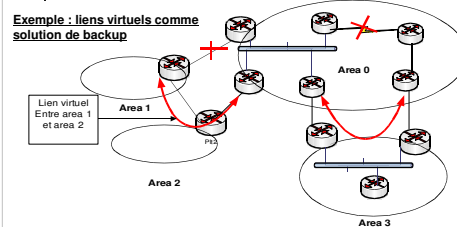


AFNOG 2007

39

## Liens virtuels

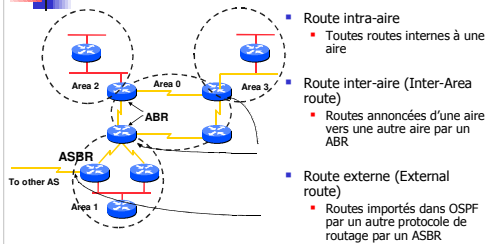
Exemple : liens virtuels comme solution de backup



AFNOG 2007

40

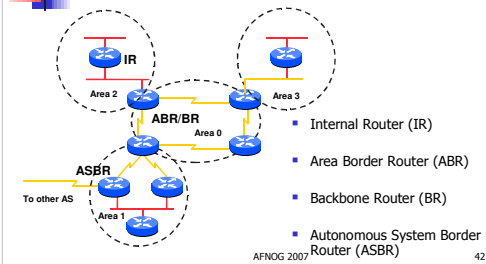
## Routes OSPF



AFNOG 2007

41

## Classification des routeurs



AFNOG 2007

42

## Différents types LSA

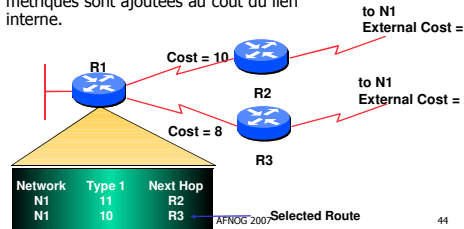
- LSA type 1 : Descrit l'état et le coût des liens d'un routeur vers l'aire
- LSA type 2 : Généré par le DR décrit, les routeurs rattachés à un réseau à diffusion
- LSA type 3 : Généré par un ABR, définit une destination hors de l'aire mais interne à l'AS
- LSA type 4 : détient les informations sur l'ASBR
- LSA type 5 : routes externes, routes hors de l'AS, la route par défaut est considérée comme une route externe

AFNOG 2007

43

## Routes Externes

- LSA Type 5 (E1) métrique externe: les métriques sont ajoutées au coût du lien interne.

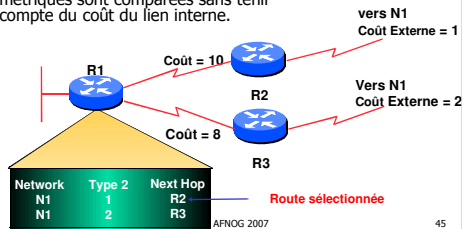


AFNOG 2007

44

## Routes externes

- LSA Type 5 (E2) métrique externe: les métriques sont comparées sans tenir compte du coût du lien interne.



AFNOG 2007

45

## Authentication de route

- La recommandation actuelle est l'utilisation de l'authentification pour l'OSPF
  - ...et pour tous les autres protocoles de routage
    - Exposer aux attaques de denis de service
  - OSPF utilise TCP/IP

AFNOG 2007

46

## Chemins multiples à coûts identiques

- Lorsque  $n$  chemins vers une même destination ont des coûts égaux, OSPF installe  $n$  entrées dans la table de transmission
  - On a une repartition de la charge du réseau vers les  $n$  chemins
  - Solution idéale pour étendre les capacités des liens sur les backbones d'ISP
    - Evite l'utilisation d'équipement de multiplexage
    - Evite l'utilisation de route statique

AFNOG 2007

47

## OSPFv3 Introduction

- Les spécifications du protocole sont publiées dans le RFC 2740
- Link-state IGP ( cout tinterface additive)
- Principe de base identique à OSPF pour IPV4
- Distribue les prefixes IPV6
- IPv4/IPV6 OSPF fonctionne en "ships in the night"

AFNOG 2007

48



## OSPFv3/OSPFv2 Similarités

- Les memes types de packets de base
  - Hello, DBD, LSR, LSU, LSA
- Mecanisme de decouverte de voisin et de formation de relation d'adjancent.
- Types d'interfaces
  - P2P, P2MP, Broadcast, NBMA, Virtual
- Diffusion de LSA
- Types LSA presqu'identique

AFNOG 2007

49

## OSPFv3/OSPFv2 Différences

- Utilisation des adresses "link-local"
- Deux nouveaux types de LSA
  - Link-LSA (type 8)
  - Inter-area-prefix-LSA (type 9)
- Utilise des adresses multicast :
  - FF02::5 ( ALLDRRouter )
  - FF02::6 ( ALLSPFRouter )

AFNOG 2007

50

## OSPFv3 Link-state LSA

- LSA "Link-state" par lien :
- Les "scope" du lien local sont diffusés que sur le lien auquel ils sont associés
- Fourni l'adresse router "link-local"
- Liste tous les prefixes IPV6 attachés au lien
- une collection de bit d'option pour les "Router-LSA"

AFNOG 2007

51

## OSPFv3 Inter-Area Prefix LSA

- Descrit une destination hors de la zone mais toujours dans l'AS
- Resume les informations de routage d'une zone, qui sont diffusées dans toutes les autres zones
- Créer par un ABR
- Seules les routes intra-area sont injectées dans le backbone
- Les ID des "Link State" servent à distinguer les inter-area-prefix-LSA provenant du meme routeur
- Les adresses "Link-local" ne doivent pas etre diffusées dans les inter-area-prefix-LSAs

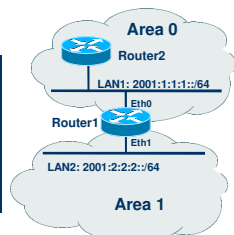
52

## OSPFv3 exemple de configuration

```
Router1#
interface Ethernet0
 ip6 address 2001:1:1:1::1/64
 ip6 ospf 1 area 0

interface Ethernet1
 ip6 address 2001:2:2:2::2/64
 ip6 ospf 1 area 1

ip6 router ospf 1
 router-id 1.1.1.1
 area 1 range 2001:2:2::/48
```



53

## Résumé

- Les IGP: RIP obsolète, IS-IS pour les ISP, OSPF plus utilisé par les entreprises
- **Table de transmission ≠ table routage**
- Le protocole Hello: maintient la base de donnée OSPF
- Topologie OSPF est hiérachisée basées sur des aires : **Backbone et aires secondaires**
- **Authentification de route** obligatoire
- Exécution d'SPF : Consomatrice en CPU

AFNOG 2007

54