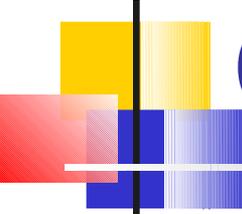


Ateliers SI-F AFNOG 2010

OSPF

Prepared by Brice Dogbeh

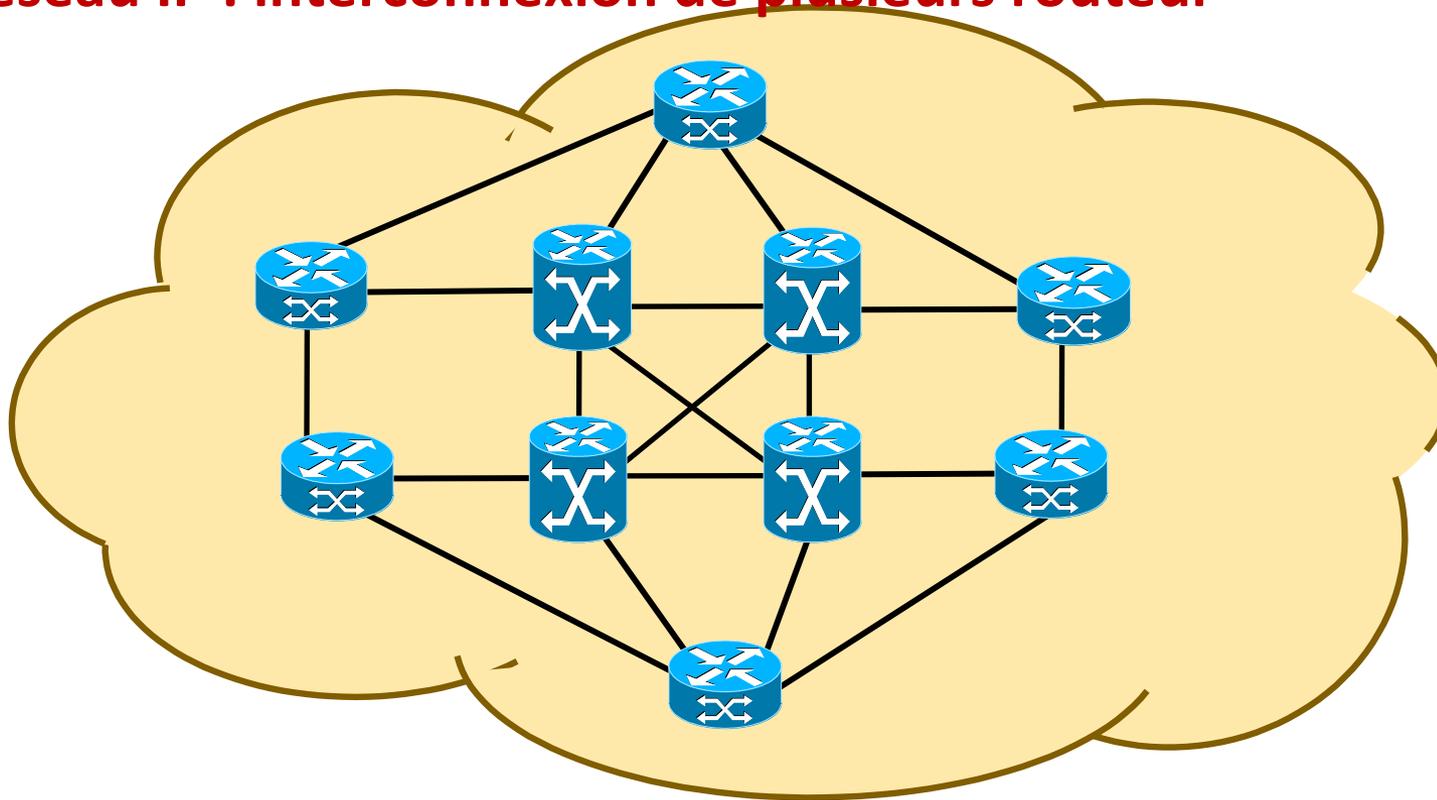


OSPF : Chapitre 1

INTRODUCTION AUX IGP

INTRODUCTION AUX IGP_s

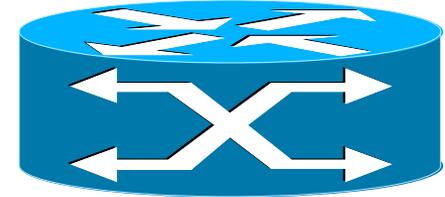
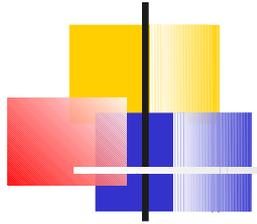
Réseau IP : interconnexion de plusieurs routeur



Architecture globale d'un réseau IP

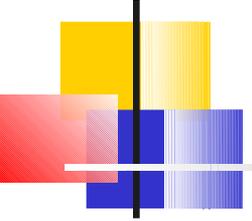
AFNOG 2011

INTRODUCTION AUX IGP_s



Le rôle du routeur:

- ✓ Construire la cartographie du réseau
- ✓ Pour une destination donnée, trouver un chemin dans le réseau
- ✓ Faire suivre le paquet, faire suivre le paquet, faire suivre ...
- ✓ Trouver un chemin alternatif
- ✓ Faire suivre le paquet, faire suivre le paquet, faire suivre le paquet
- ...

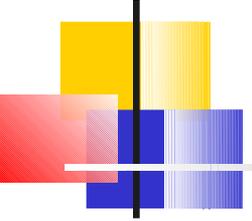


INTRODUCTION AUX IGP_s

Protocole de Routage

Comme toujours, pour qu'une communication puisse s'établir, chaque interlocuteur doit parler la même langue. Il a donc été nécessaire de concevoir des **protocoles**.

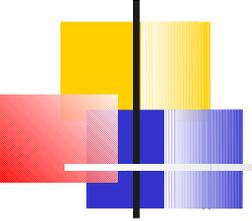
- Statique
- Dynamique



INTRODUCTION AUX IGP_s

Inconvénients du routage Statique

- ✓ configuration fastidieuse et source d'erreurs.
- ✓ Lorsqu'un nouveau réseau est ajouté, il faut reconfigurer l'ensemble.
- ✓ Surveillance permanente du réseau et reconfiguration de chaque route le cas échéant.
- ✓ Si la route est rétablie, il faut recommencer la manipulation.
- ✓ **Ne signifie pas que le routage statique n'est pas important**

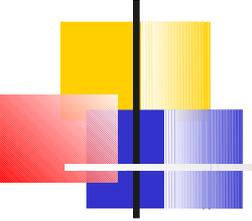


INTRODUCTION AUX IGP_s

Pourquoi le routage dynamique

- ✓ Temps de réaction humaine trop long
- ✓ Risques d'erreurs importants
- ✓ Délocaliser la tâche de routage au niveau des routeurs

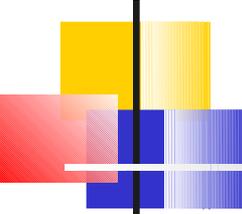
NB : L'intervention humaine se situera en amont dans la définition des directives et de règles à appliquer par les routeurs pour la diffusion des routes



INTRODUCTION AUX IGP_s

Avantages des Protocoles de routage Dynamique

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



INTRODUCTION AUX IGP_s

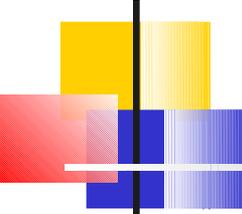
Protocole de routage Dynamique

IGP

- RIPv1/ v2
- EIGRP
- OSPF
- IS-IS

EGP

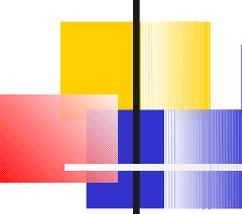
- BGP



INTRODUCTION AUX IGP_s

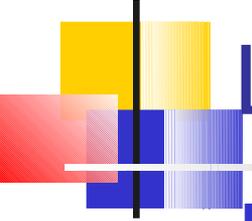
Convergence

- 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.



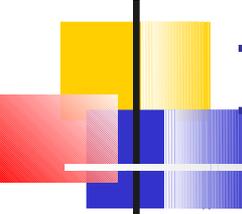
RIP

- Pour “Routing Information Protocol”
- Plusieurs problèmes d’évolutivités
- RIPv1 est “classful”, officiellement obsolete
- RIPv2 est “classless”
 - Plus de performances et de fonctionnalités que RIPv1
 - N’est pas utilisé à grande échelle au 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.



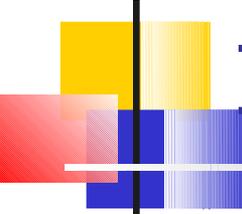
Les inconvénients de RIP

- RIP est basé sur l'algorithme du "vecteur distant"
 - Ecoute toutes les routes du voisinage
 - Installe toutes les routes dans sa table 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



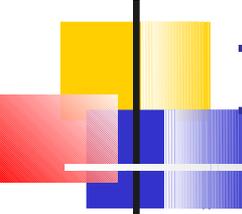
IGRP/EIGRP

- “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, APPLETALK,)
 - Très évolutifs et convergence rapide
 - Supporte **l’équilibrage de charge** (load balancing) pour des **chemins de coûts différents**.



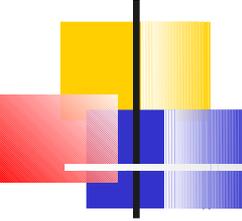
IS-IS

- “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 in 1988
 - NSFnet a déployé, son IGP en se basant sur un version recente du draft ISIS-IP



IS-IS

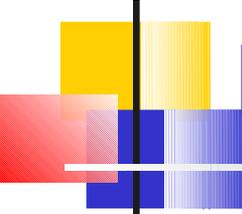
- Dans l'environnement IS-IS tout est soit un intermédiaire système (IS) ou un End Système (ES)
 - ES : Host
 - IS : Router
- IS/IS : Est un protocole qui permet aux (IS) de communiquer avec d'autres (IS), donc aux routeurs de communiquer entre eux.
- IS/IS transporte les informations de routage du protocole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



IS-IS (cont)

- Les motivations du développement d'IS-IS
 - Un protocole non propriétaire, large espace d'adressage
 - Un adressage hiérarchisé

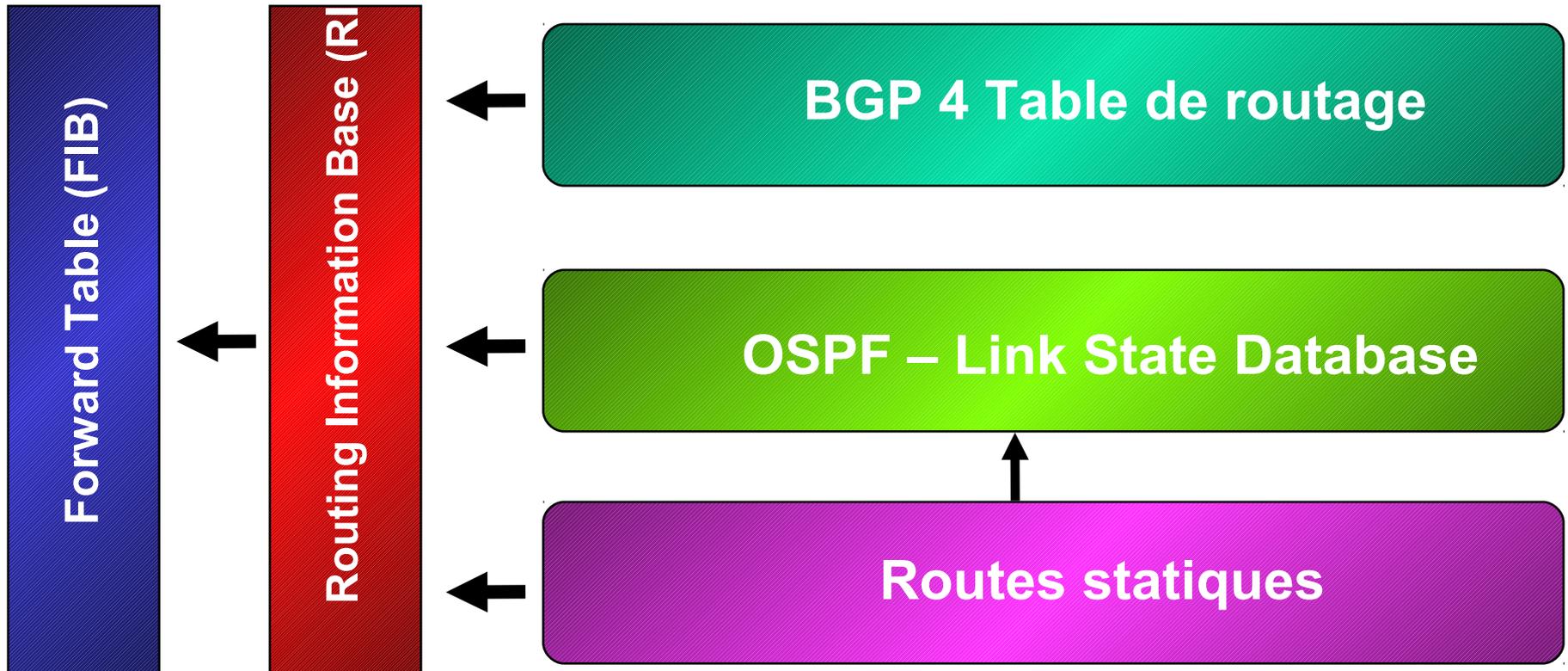
- Similarités entre IS-IS et OSPF
 - Protocoles d'état de lien basés l'algorithme de Dijkstra
 - Topologie à deux niveaux
 - OSPF est plus déployé comme solution d'entreprise
 - IS-IS plus utilisé sur des réseaux d'ISP ou opérateurs télécom

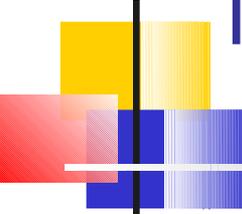


Note: Routage et transmission

- 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

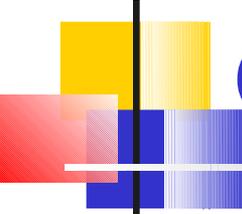
La table de transmission





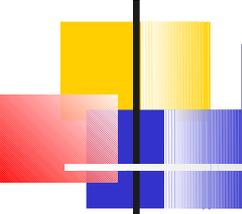
Note : Distance administrative (cisco)

Route Source	Default Distance
Connected Interface	0
Static Route	1
Enhanced IGRP Summary Route	5
External BGP	20
Internal Enhanced IGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
External Enhanced IGRP	170
Internal BGP	200
Unknown	255



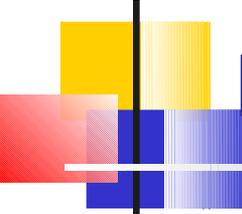
OSPF : Chapitre 2

LES BASES D'OSPF



LES BASES D'OSPF

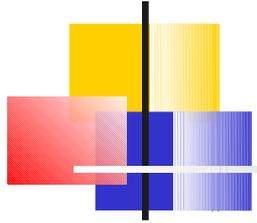
- Historique de l'OSPF
- Le protocole d'état de lien
- Les paquets OSPF
- Le protocole Hello
- routeur désigné
- Topologie de réseaux OSPF



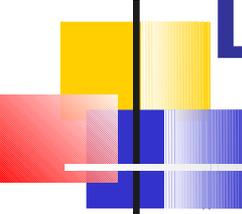
Historique de l'OSPF

Développé par IETF – RFC1247

- Destiné pour les réseaux TCP/IP sur Internet
- OSPF v2 version recente 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

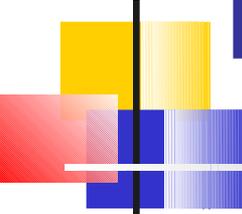


-
- La metrique d'une route est la valeur d'une route en comparaison d'autres routes apprises par le protocole de routage. Plus sa valeur est faible, meilleure est la route. Chaque protocole dispose de sa methode de valorisation
 - OSFP , ISIS (Coût)
 - RIP (nombre de saut)



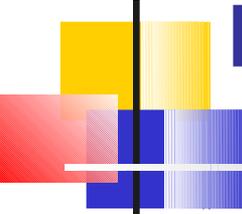
Le protocole d'état de lien

- Basé sur l'algorithme de Dijkstra
 - Détermination 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



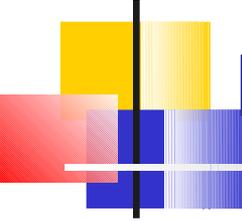
Le protocole d'état de lien

- 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



Routage basé sur l'état de lien

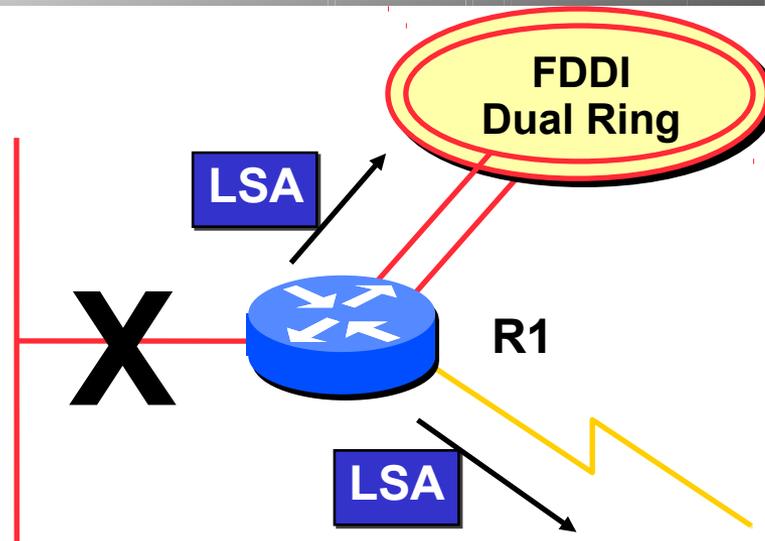
- Identification automatique de voisin (équipement adjacent)
 - Les voisins sont des routeurs physiquement connectés
- Chaque routeur construit un paquet d'état de lien (LSP: Link State Packet)
 - Distribue les paquets LSP aux voisins...
 - En utilisant des LSA (Link State Advertisement)



Routage 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

Faible bande passante



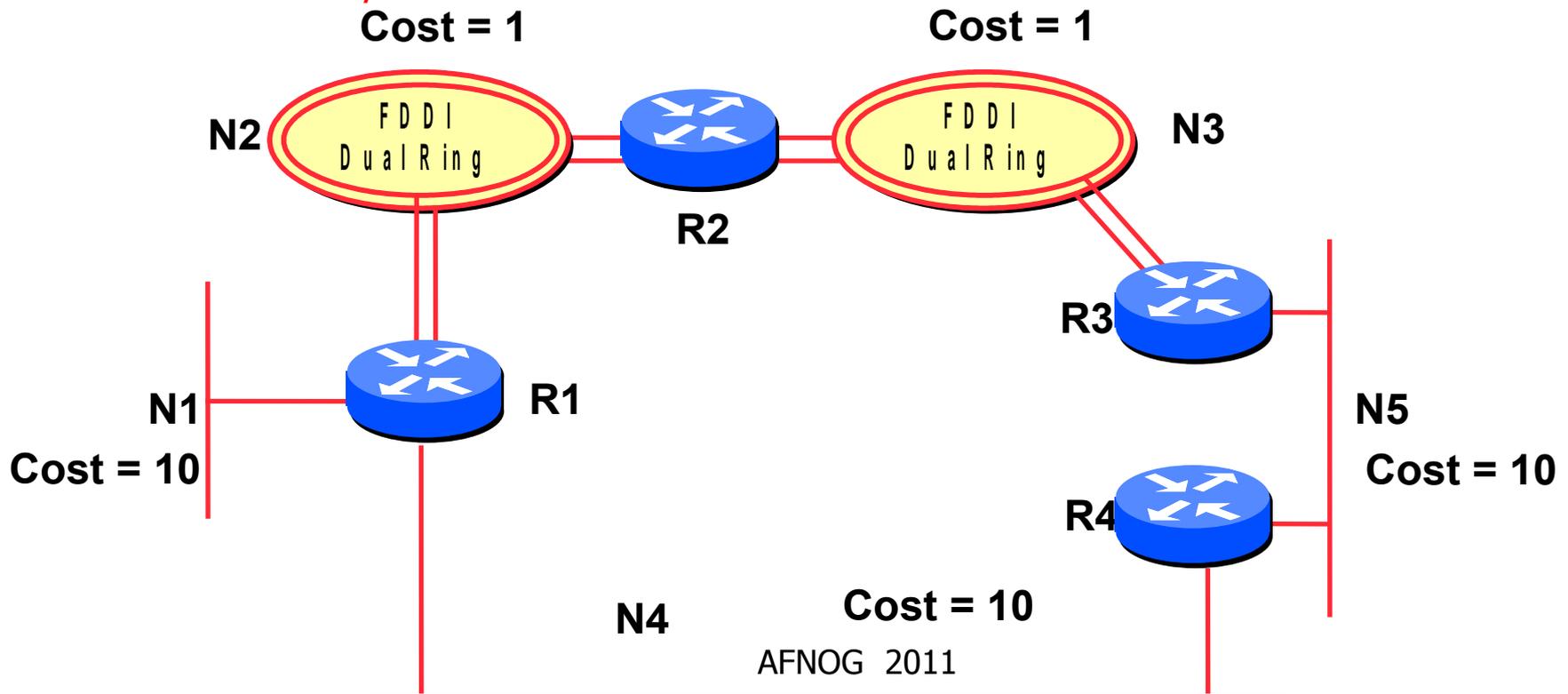
- Seuls les changements sont propagés
- Le Multicast est utilisé sur les réseaux multi-accès à diffusion
 - **224.0.0.5** est utilisé pour tous les routeurs parlant OSPF
 - **224.0.0.6** est utilisé par les DR (designated router) et les BDR (backup designated router) routeurs

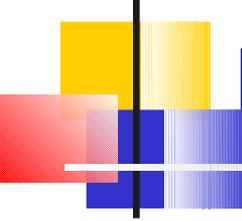
“Shortest Path First”

Le chemin optimal est déterminé par la Somme des coûts des différents interfaces.

- La métrique est calculée à partir de la bande passante

Coût = $10^8/\text{bandwidth}$





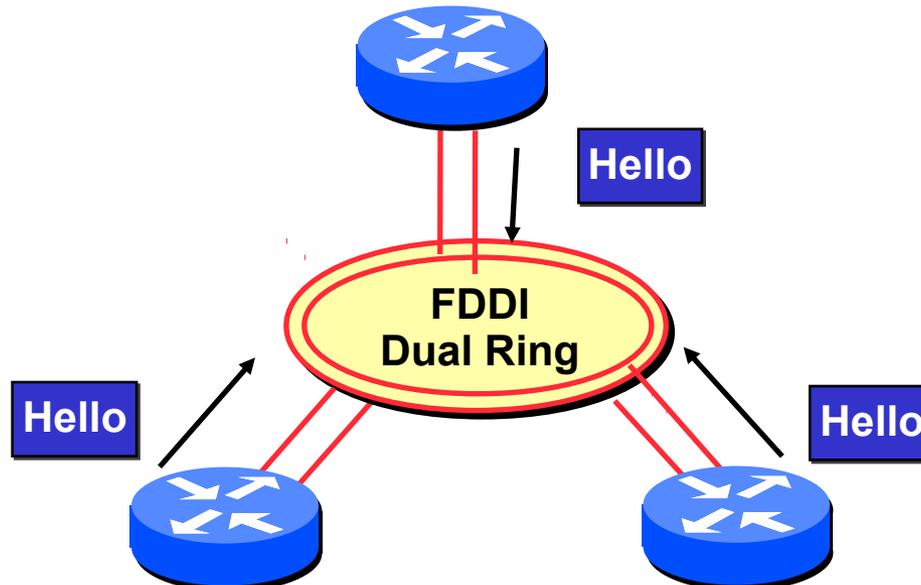
Les paquets OSPF

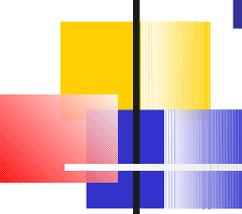
- 5 types de paquets utilisés par OSPF :
 - L'établissement des relations de voisinage, étape transitoire des routeurs adjacents
 - Mise à jour des tables de routage de routage
- Hello
- Database description (DDP)
- Link-state request (LSR)
- Link-state update (LSU)
- Link-state acknowledgment (LSA)

Le protocole Hello

- Le Protocole Hello

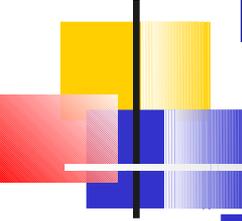
- Responsable de l'établissement et la maintenance du dialogue en routeurs voisins
- Election de routeur désigné sur les réseaux à diffusion





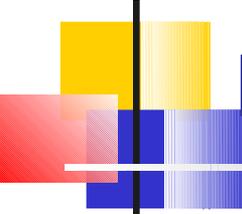
Les paquets Hello OSPF

- 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



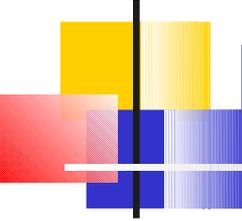
Les paquets Hello OSPF

- 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"



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 mises à jour à chaque changement d'état du réseau



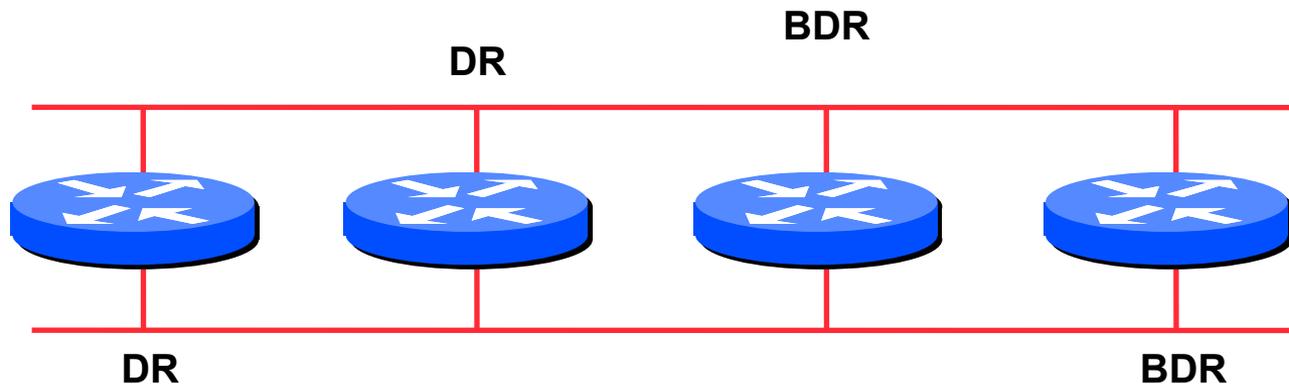
Routeurs désignés

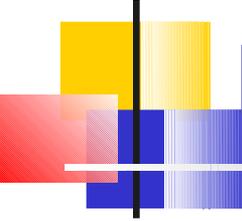
Ces routeurs contrôlent les mises à jour des informations de routage sur les réseaux à diffusion et d'accès multiple (Ethernet, token ring, FDDI,..)

- 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.

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

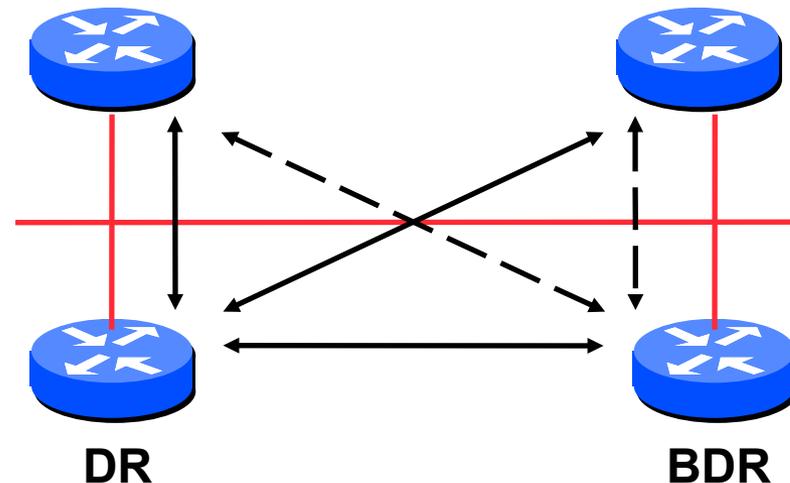




Routeur désigné (suite)

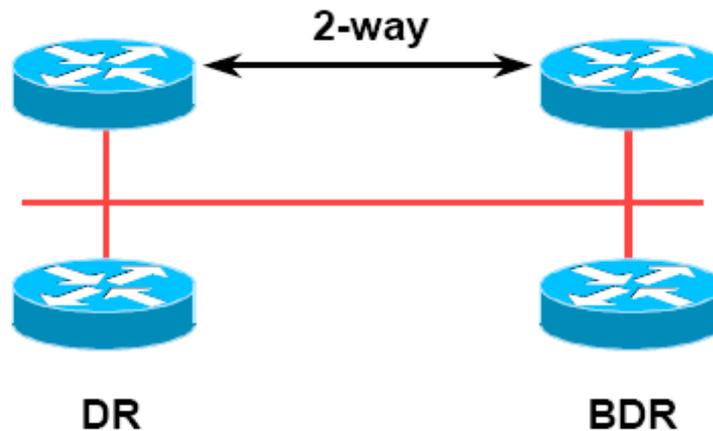
- Les DR/BDR permettent d'éviter la surcharge du réseau
 - relation entre routeurs sans DR/BDR parlant OSPF $n(n-1)/2$ contre $2n-2$ avec DR/BDR
 - Réduit l'utilisation des CPU des routeurs
- Tous les routeurs sont adjacents au routeur DR/BDR
- Le routeur DR met à jour la base de données de tous ses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

Routeur désigné (suite)



- Diffusion de LSA (routeurs adjacents)
- DR et BDR etat "FULL" avec les autres routeurs parlant OSPF

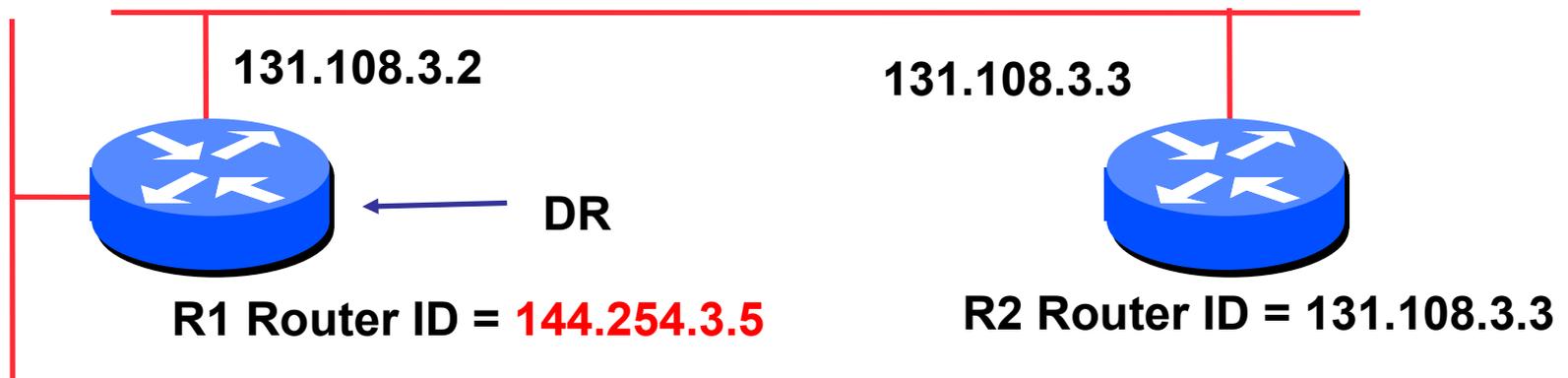
Routeur désigné (suite)



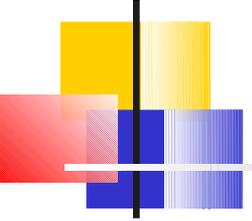
- DR et BDR etat "FULL" avec les autres routeurs parlant OSPF
- Les autres routeurs sont dans un état "2-way"

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

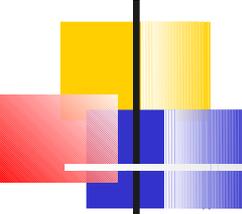


144.254.3.5



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")

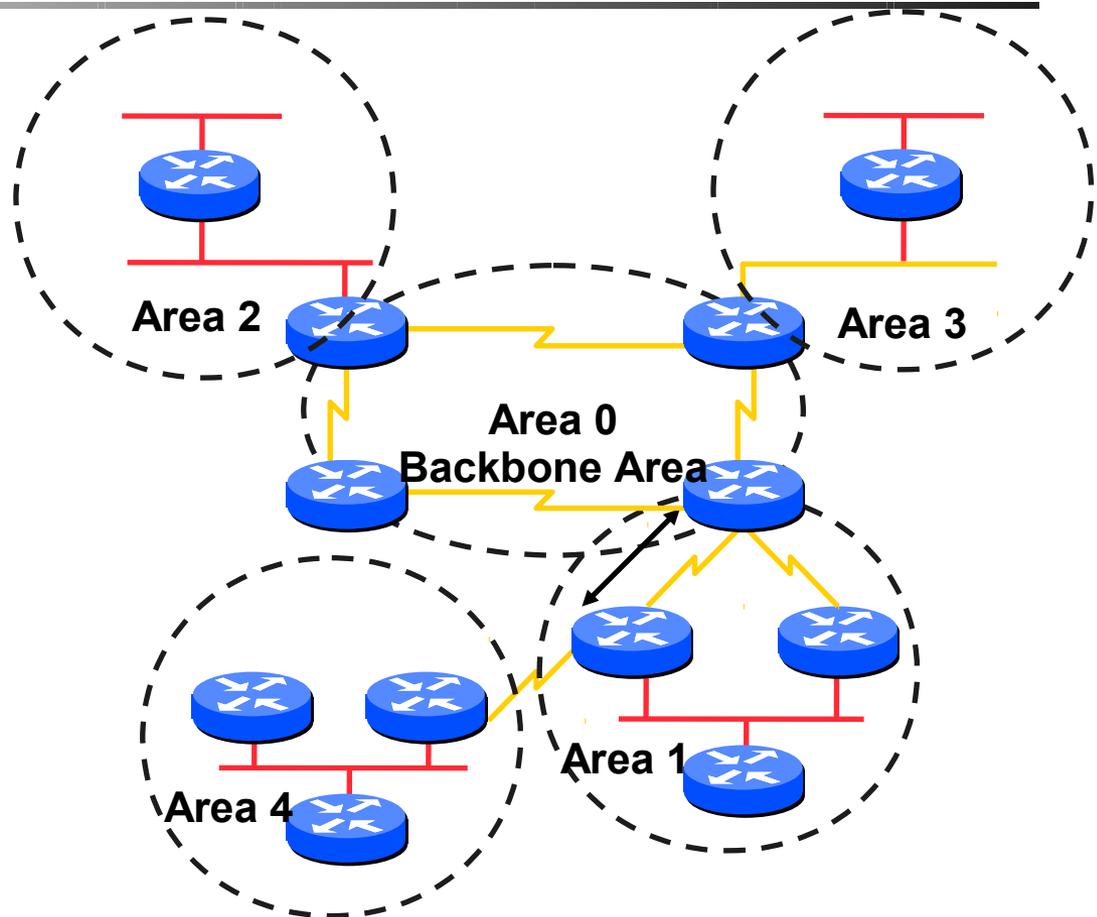


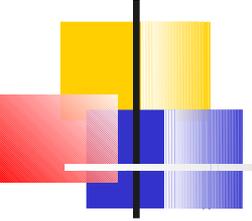
Topologie de réseaux OSPF

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

Aires OSPF

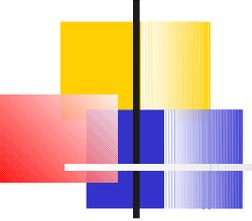
- Groupe de réseaux et d'hotes contigus
- Base de données définie par aire
 - Invisible hors de la aire
 - Réduction du trafic de routage
- Backbone d'aires contigues
 - Toutes les aires doivent être connectées au backbone
- Liens virtuels





Aires OSPF (suite)

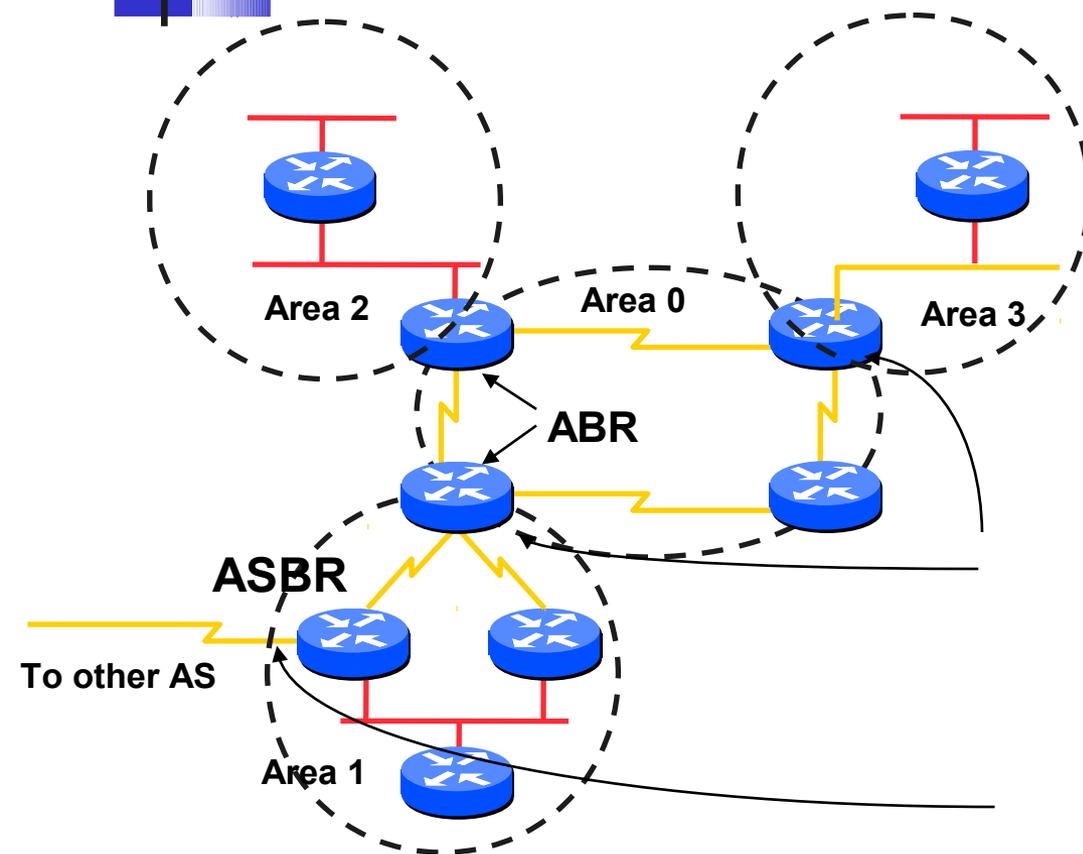
- Réduit le trafic de routage au niveau du backbone aire 0
- Quand doit-on subdiviser le réseau en aires ?
 - lorsque le backbone a plus de 10 à 15 routeurs
 - Lorsque la topologie du backbone devient complexe
- Le design des aires s'apparente à l'architecture des backbones d'ISP



Liens virtuels

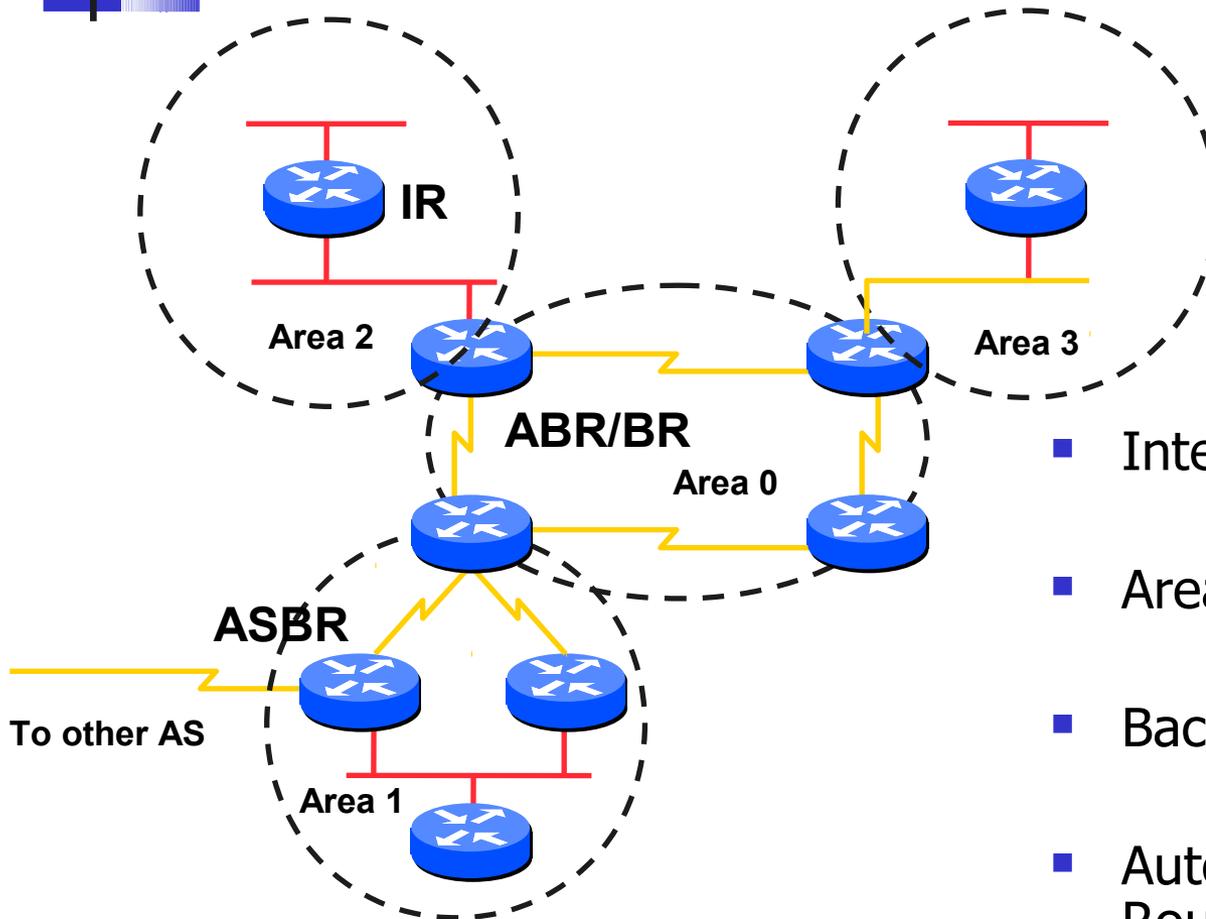
- Pas recommandés
- A quoi servent-ils ?
 - Utiliser dans un scénario de backup
 - Permet d'assurer la connectivité d'une aire à une aire autre que le backbone
 - Permet d'assurer la connectivité d'une aire déconnectée

Routes OSPF

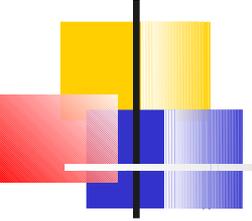


- Route intra-aire
 - Toutes routes internes à une aire
- Route inter-aire (Inter-Area route)
 - Routes annoncées d'une aire vers une autre aire par un ABR
- Route externe (External route)
 - Routes importés dans OSPF par un autre protocole de routage par un ASBR

Classification des routeurs



- Internal Router (IR)
- Area Border Router (ABR)
- Backbone Router (BR)
- Autonomous System Border Router (ASBR)

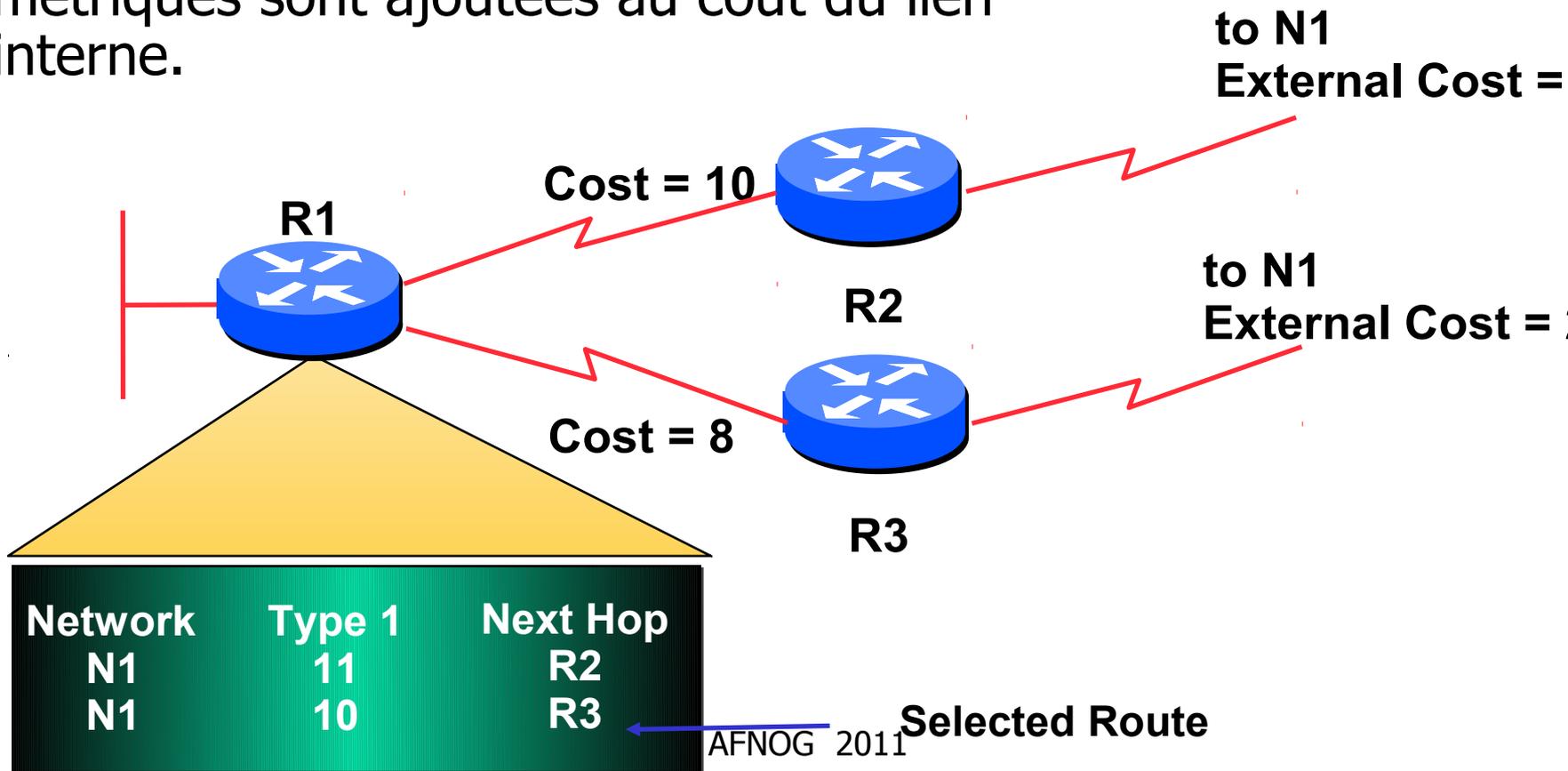


Différents types LSA

- LSA type 1 : Descrit l'état et le coût des liens d'un routeur vers l'aire
- LSA type 2 : Generé par le DR décrit, les routeurs rattachés à un réseau à diffusion
- LSA type 3 : Generé 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 defaut est considérée comme une route externe

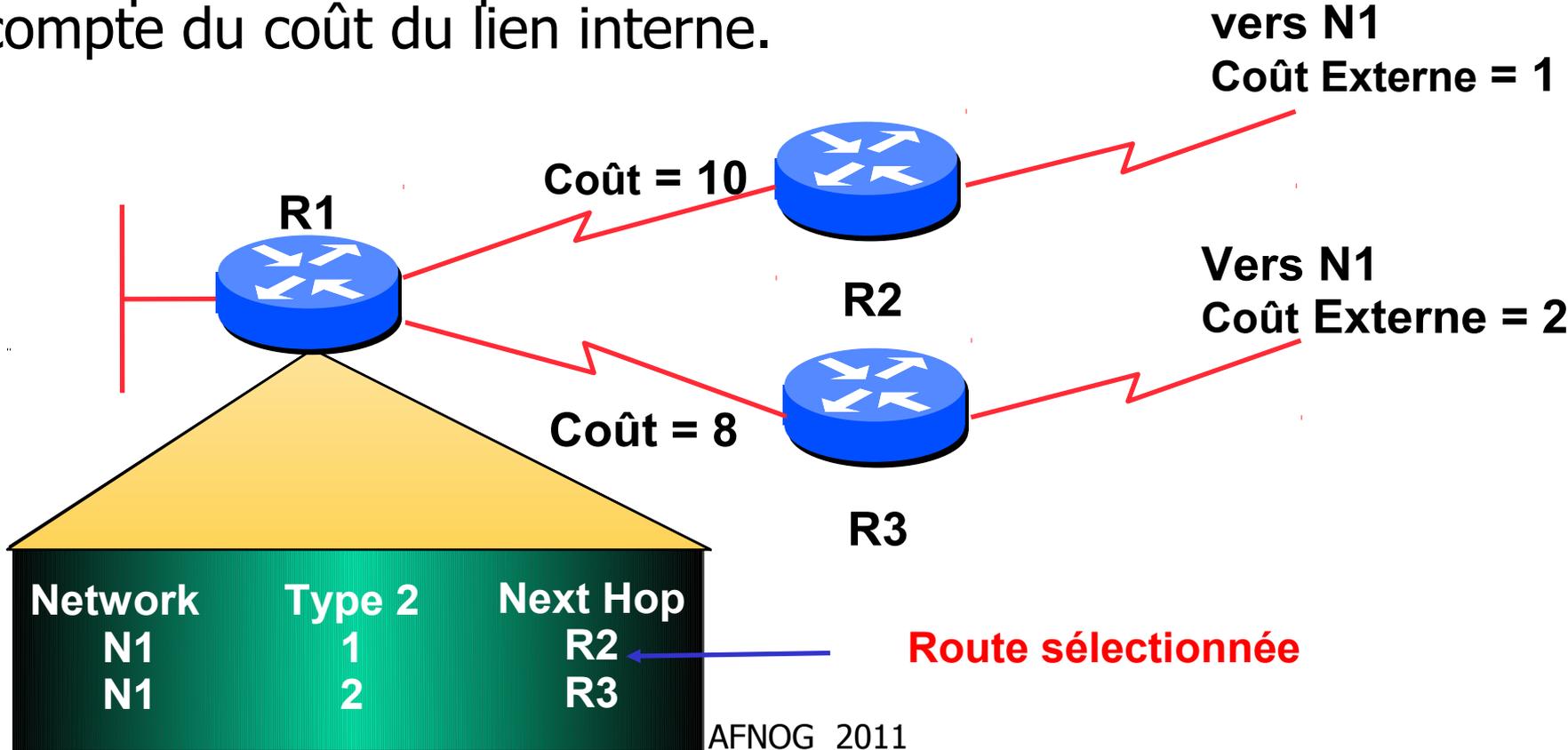
Routes Externes

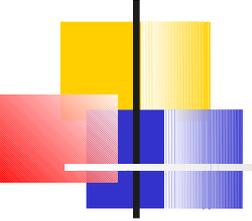
- LSA Type 5 (E1) métrique externe: les métriques sont ajoutées au coût du lien interne.



Routes externes

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



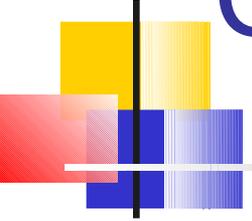


Authentication de route

- Il est recommandé d'utiliser l'authentification OSPF
 - ...et pour tous les autres protocoles de routage exposer aux attaques de denis de service
 - OSPF utilise TCP/IP

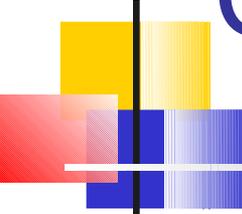
Chemins multiples à coûts identiques

- Lorsque **n chemins** vers une même destination ont des coûts égaux, OSPF installe **n entrées dans la table de transmission** (partage de charge)
- 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



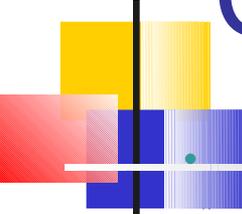
OSPFv3 Introduction

- Les specifications 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”



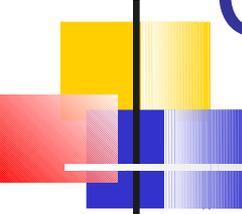
OSPFv3/OSPFv2 Similarités

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



OSPFv3/OSPFv2 differences

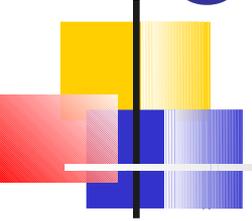
- ~~OSPFv3 est activé sur un lien et non par sous-réseaux~~
- Un lien par definition est un medium de communication de deux noeuds au niveau de la couche liaison.
- Dans IPv6 plusieurs sous-reseaux IP peuvent être assignés à un lien et deux noeuds de differents sous-réseaux peuvent communiquer au niveau de la couche liaison, OSPFv3 s'appuie sur ce principe.



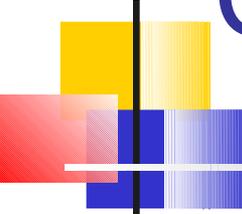
OSPFv3/OSPFv2 differences

- **Support de plusieurs instances par lien**
- Un nouveau champ dans l'en-tête du paquet OSPF permet d'activer plusieurs instances par lien.
- Les identifiants des instances (ID) doivent correspondre pour que le paquet soit accepté.

OSPFv3/OSPFv2 Differences

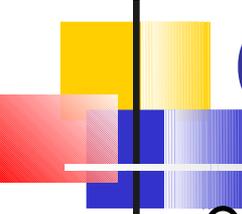


- Utilisation des adresses "link-local"
- Deux nouveaux types de LSA
 - Link-LSA (type 8)
 - Inter-area-prefix-LSA (type 9)
- Utilise des adresses multicast :
 - FF02::5 (ALLDRRouter)
 - FF02::6 (ALLSPFRouter)



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”



OSPFv3 Les commandes IOS

OSPF est **activé sur les interfaces** :

- En mode de configuration interface (**Activation d'OSPF**) :

ipv6 ospf <process ID> area <area ID>

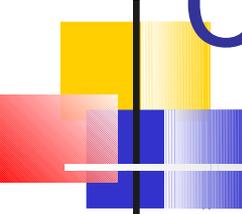
- Mode de configurations globales (configuration spécifiques) :

ipv6 router ospf <process ID>

La configuration du “**router-id**” si aucune interface est en IPV4

Configuration pour les aggregations des routes inter-aires

area <area ID> range <prefix>/<prefix length>



OSPFv3 les commandes IOS

Visualiser le voisinage OSPF:

```
show ipv6 ospf neighbor
```

```
show ipv6 ospf [<process ID>]
```

```
clear ipv6 ospf [<process ID>]
```

Visualiser les informations des LSA:

```
show ipv6 ospf [<process ID>] database link
```

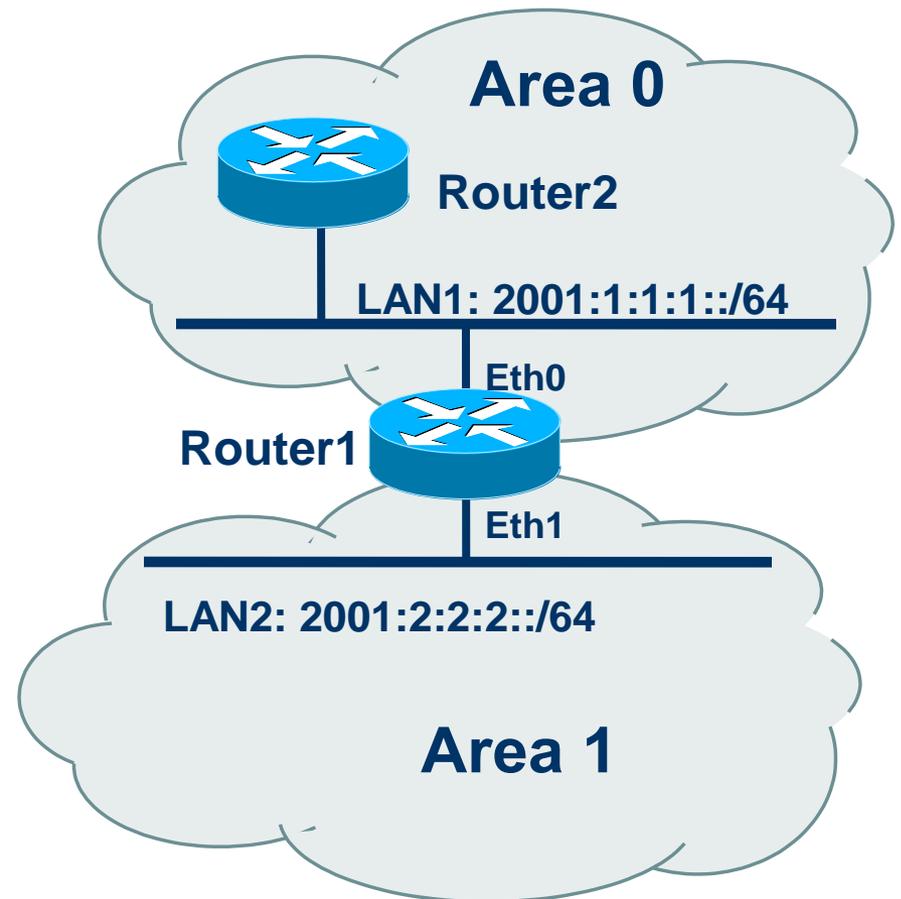
```
show ipv6 ospf [<process ID>] database prefix
```

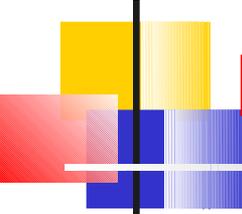
Commande de debug:

```
debug ipv6 ospf ...
```

OSPFv3 example de configuration

```
Router1#  
interface Ethernet0  
  ipv6 address 2001:1:1:1::1/64  
  ipv6 ospf 1 area 0  
  
interface Ethernet1  
  ipv6 address 2001:2:2:2::2/64  
  ipv6 ospf 1 area 1  
  
ipv6 router ospf 1  
  router-id 1.1.1.1  
  area 1 range 2001:2:2::/48
```





Résumé

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