

Réseaux Avancés



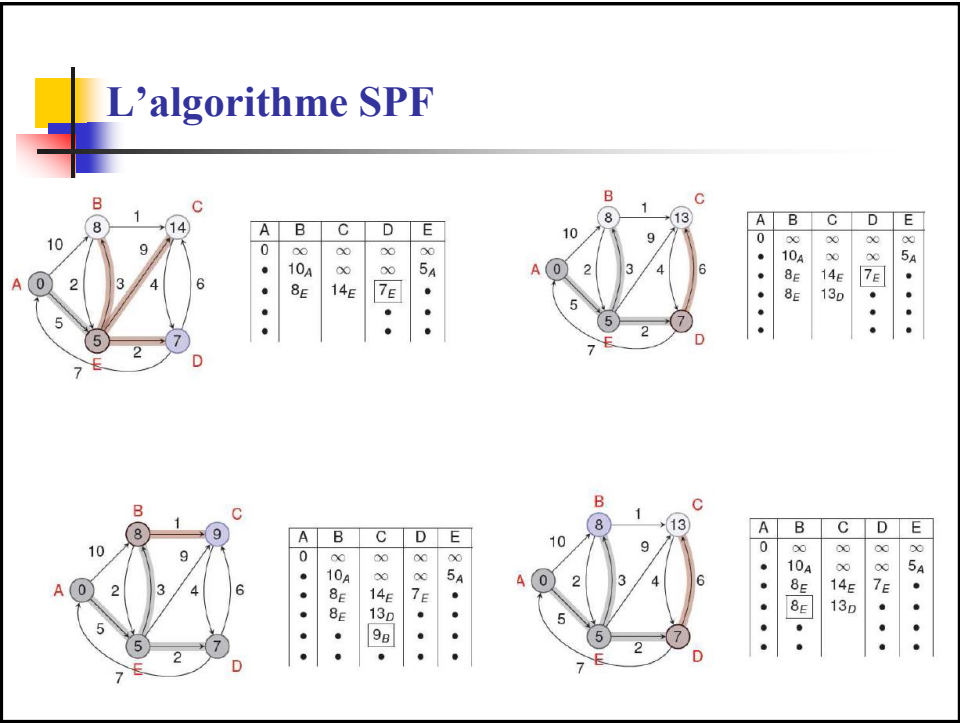
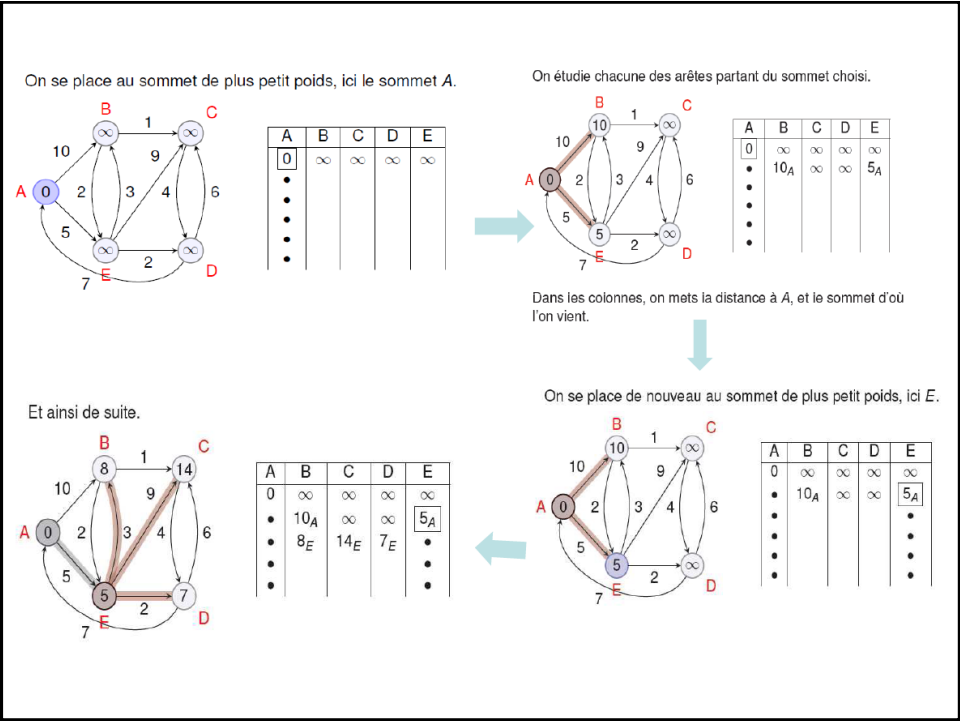
Cours 8: OSPF

Osman SALEM
Osman.salem@parisdescartes.fr
Maître de Conférences - HDR



L'algorithme SPF

- L'algorithme de Dijkstra est en général désigné sous le nom d'algorithme SPF (shortest path first)
- Cherchons les plus courts chemins d'origine A





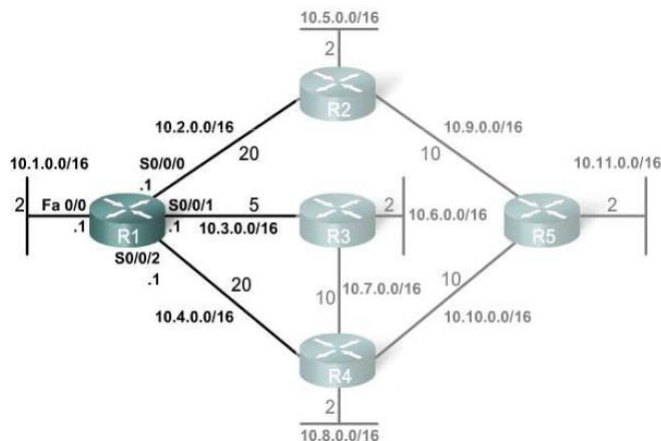
L'algorithme SPF

- Chaque routeur prend connaissance de ses propres liaisons, de ses propres réseaux directement connectés
- Chaque routeur est responsable de la détection de ses voisins (en échangeant des paquets Hello chaque 10sec) sur les réseaux connectés directement
- Chaque routeur crée un LSP (Link-State Packet) contenant l'état de chaque liaison directement connectée
- Chaque routeur diffuse son LSP à l'ensemble de ses voisins, qui stockent tous les LSP qu'ils reçoivent dans une base de données
- Chaque routeur utilise la base de données pour élaborer une carte complète de la topologie et calcule le meilleur chemin vers chaque réseau de destination



L'algorithme SPF

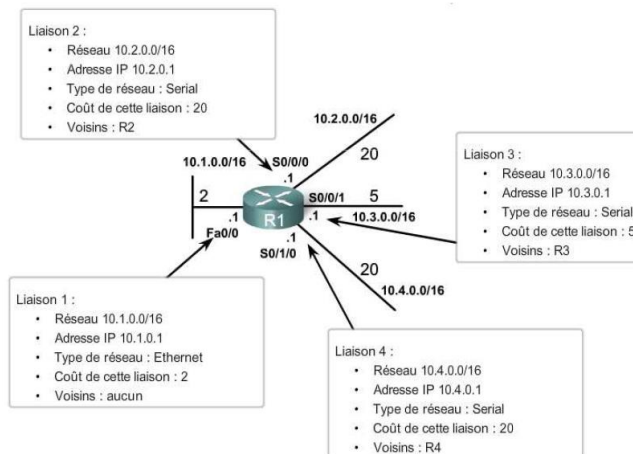
- Chaque routeur prend connaissance de ses propres liaisons, de ses propres réseaux directement connectés





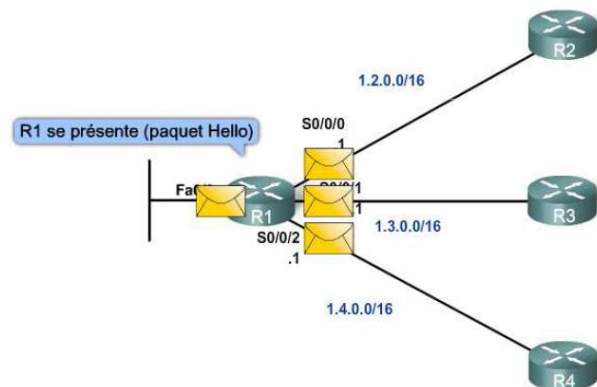
L'algorithme SPF

- Chaque routeur prend connaissance de ses propres liaisons, de ses propres réseaux directement connectés



L'algorithme SPF

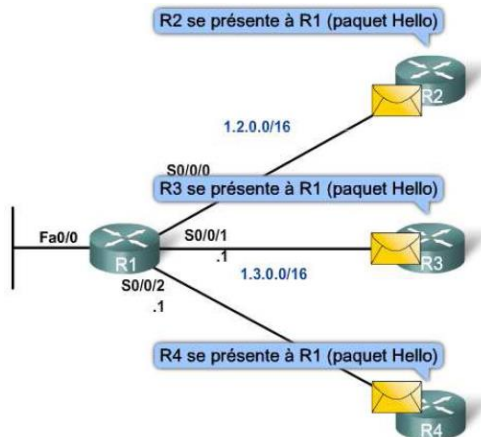
- Chaque routeur est responsable de la détection de ses voisins (en échangeant des paquets Hello chaque 10sec) sur les réseaux connectés directement
 - 1 hello chaque 10sec
 - Dead interval= 40 sec (mises à jour de la BD) et transmission de la modification aux voisins





L'algorithme SPF

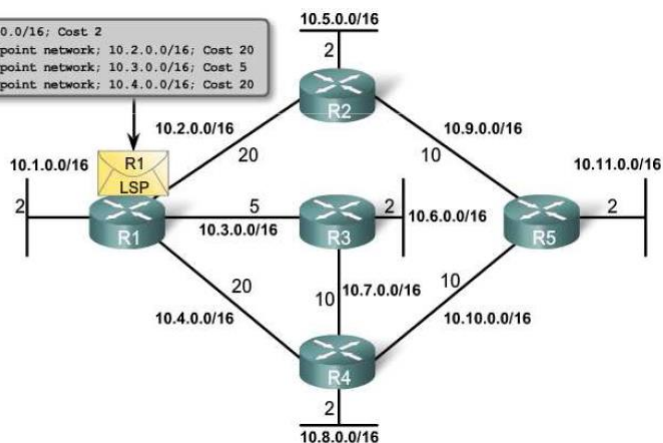
- Chaque routeur est responsable de la détection de ses voisins (en échangeant des paquets Hello chaque 10sec) sur les réseaux connectés directement



L'algorithme SPF

- Chaque routeur crée un LSP (Link-State Packet) contenant l'état de chaque liaison directement connectée

1. R1; Ethernet network 10.1.0.0/16; Cost 2
2. R1 -> R2; Serial point-to-point network; 10.2.0.0/16; Cost 20
3. R1 -> R3; Serial point-to-point network; 10.3.0.0/16; Cost 5
4. R1 -> R4; Serial point-to-point network; 10.4.0.0/16; Cost 20



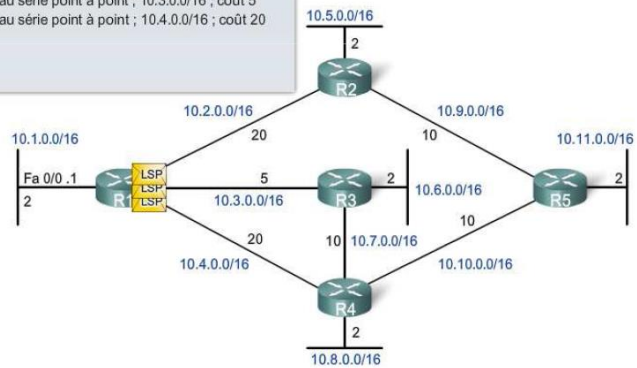


L'algorithme SPF

- Chaque routeur diffuse son LSP à l'ensemble de ses voisins, qui stockent tous les LSP qu'ils reçoivent dans une base de données

Contenu de l'état de la liaison de R1

- R1 ; réseau Ethernet ; 10.1.0.0/16 ; coût 2
- R1 -> R2 ; réseau série point à point ; 10.2.0.0/16 ; coût 20
- R1 -> R3 ; réseau série point à point ; 10.3.0.0/16 ; coût 5
- R1 -> R4 ; réseau série point à point ; 10.4.0.0/16 ; coût 20

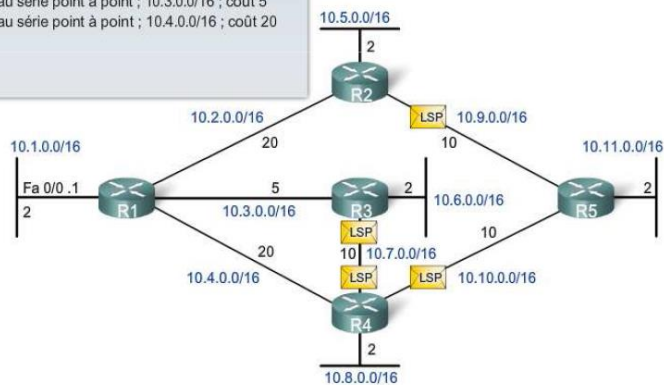


L'algorithme SPF

- Chaque routeur diffuse son LSP à l'ensemble de ses voisins, qui stockent tous les LSP qu'ils reçoivent dans une base de données

Contenu de l'état de la liaison de R1

- R1 ; réseau Ethernet ; 10.1.0.0/16 ; coût 2
- R1 -> R2 ; réseau série point à point ; 10.2.0.0/16 ; coût 20
- R1 -> R3 ; réseau série point à point ; 10.3.0.0/16 ; coût 5
- R1 -> R4 ; réseau série point à point ; 10.4.0.0/16 ; coût 20





L'algorithme SPF

- Chaque routeur diffuse son LSP à l'ensemble de ses voisins, qui stockent tous les LSP qu'ils reçoivent dans une base de données

Base de données d'état des liaisons de R1

Paquets LSP de R2 :

- Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20
- Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.5.0.0/16, coût : 2

Paquets LSP de R3 :

- Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5
- Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.6.0.0/16, coût : 2

Paquets LSP de R4 :

- Connecté au voisin R1 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20
- Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.7.0.0/16, coût : 10
- Connecté au voisin R5 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.8.0.0/16, coût : 2

Paquets LSP de R5 :

- Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.9.0.0/16, coût : 10
- Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.10.0.0/16, coût : 10
- Possède un réseau 10.11.0.0/16, coût : 2

États des liaisons de R1 :

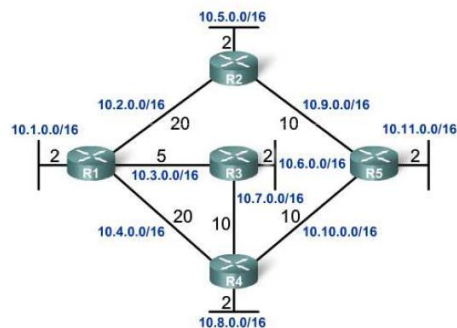
- Connecté au voisin R2 sur le réseau 10.2.0.0/16, coût : 20
- Connecté au voisin R3 sur le réseau 10.3.0.0/16, coût : 5
- Connecté au voisin R4 sur le réseau 10.4.0.0/16, coût : 20
- Possède un réseau 10.1.0.0/16, coût : 2



L'algorithme SPF

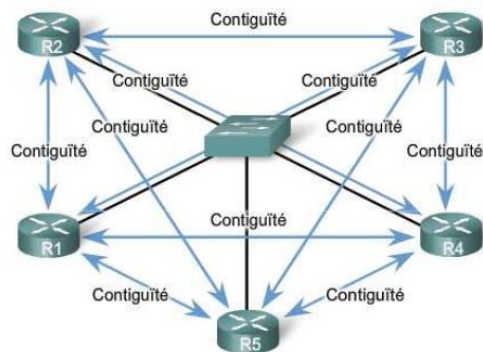
- Chaque routeur utilise la base de données pour élaborer une carte complète de la topologie et calcule le meilleur chemin vers chaque réseau de destination

Arborescence SPF de R1



Destination	Chemin le plus court	Coût
Réseau local R2	R1 vers R2	22
Réseau local R3	R1 vers R3	7
Réseau local R4	R1 vers R3 vers R4	17
Réseau local R5	R1 vers R3 vers R4 vers R5	27

DR et BDR

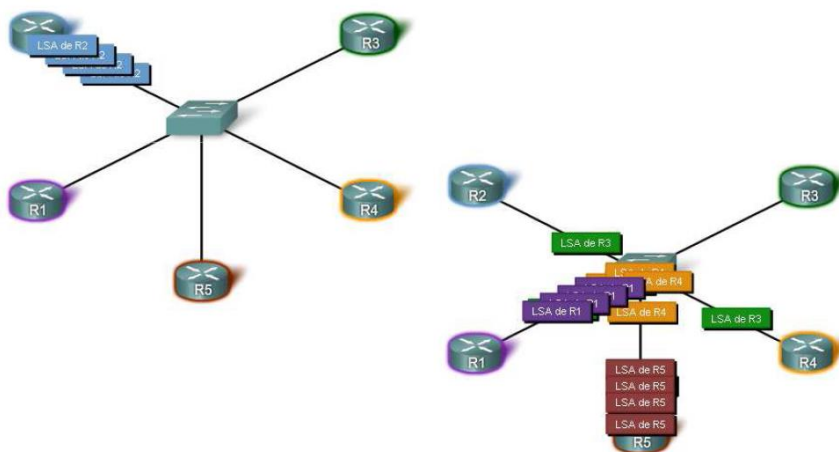


Routeurs	Contiguïtés
n	$\frac{n(n-1)}{2}$
5	10
10	45
20	190
100	4950

Nombre de contiguïtés = $\frac{n(n-1)}{2}$
 n = nombre de routeurs
 Exemple : 5 routeurs $\frac{(5 - 1)}{2} = 10$ contiguïtés

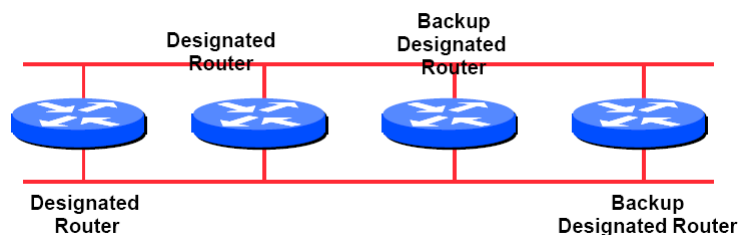
DR et BDR

Scénario d'inondation de LSA



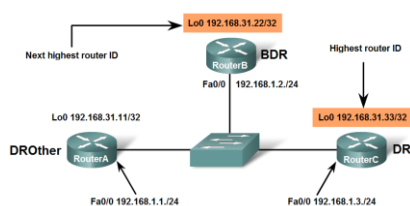
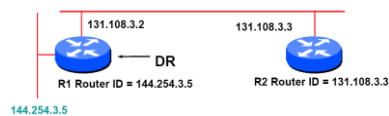
DR et BDR

- La solution pour gérer le nombre de contiguïtés et la diffusion des LSA sur un réseau à accès multiple est le routeur désigné (DR)
- OSPF sélectionne un routeur désigné (Designated Router - DR) comme point de collecte et de distribution des LSA envoyées et reçues
- Un routeur désigné de secours (Backup Designated Router - BDR) est également choisi en cas de défaillance du routeur désigné.



OSPF : Routeurs désignés

- Déterminée par la priorité de l'interface
- Par le routeur ayant le plus grand ID
 - Router-id
 - Sinon, 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



```
RouterA#show ip ospf interface fastethernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.1.1/24, Area 0
Process ID 1, Router ID 192.168.31.11, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 1
Designated Router (ID) 192.168.31.33, Interface address 192.168.1.3
Backup Designated router (ID) 192.168.31.22, Interface address 192.168.1.2
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
oob-resync timeout 40
Hello due in 00:00:06
Supports Link-local Signaling (LLS)
Index 1/1, Flood queue length 0
Next 0x0/0/0x0/0
Last flood scan length is 0, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 2, Adjacent neighbor count is 2
  Adjacent with neighbor 192.168.31.22 (Backup Designated Router)
  Adjacent with neighbor 192.168.31.33 (Designated Router)
Suppress hello for 0 neighbor(s)
```



OSPF : Métrique

- Le coût d'une route OSPF est la valeur cumulée depuis un routeur jusqu'au réseau de destination
- Le cout est calculé à partir de la bande passante
 - $\text{Coût} = 10^8 / \text{bandwidth}$
- R1(config-if)#*bandwidth bp-kbps*
- Ou
- R1(config-if)#*ip ospf cost 1562*

OSPF cumule les coûts

Interface Type	$10^8 / \text{bps} = \text{Cost}$
Fast Ethernet and faster	$10^8 / 100,000,000 \text{ bps} = 1$
Ethernet	$10^8 / 10,000,000 \text{ bps} = 10$
E1	$10^8 / 2,048,000 \text{ bps} = 48$
T1	$10^8 / 1,544,000 \text{ bps} = 64$
128 kbps	$10^8 / 128,000 \text{ bps} = 781$
64 kbps	$10^8 / 64,000 \text{ bps} = 1562$
56 kbps	$10^8 / 56,000 \text{ bps} = 1785$

```
R1#show ip route
Codes: **résultat omis**
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

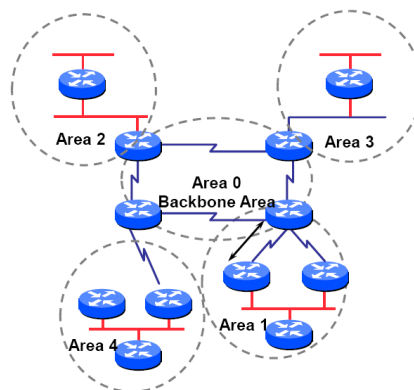
**résultat omis**
O    10.10.10.0/24 [110/65] via 192.168.10.2, 14:27:57, Serial0/0/0

Coût cumulé = 65
```



OSPF : Aires OSPF

- L'utilisation et la configuration de plusieurs zones permet de réduire la taille des bases de données d'états des liaisons



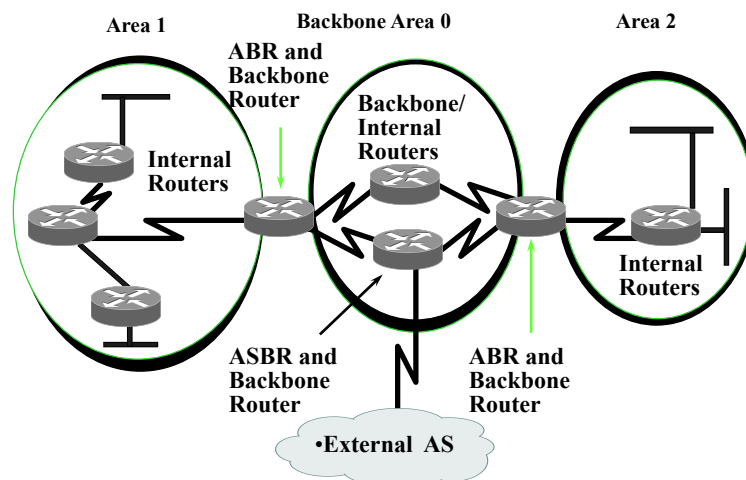


OSPF : Aires OSPF

- Lorsqu'il y a une modification de topologie, seuls les routeurs de la zone concernée reçoivent le LSA et exécutent l'algorithme SPF
- Chaque aire définit une base de données invisible hors de la aire
- Toutes les aires doivent être connectées au backbone
- 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



OSPF : Aires OSPF



OSPF Router Types

- Internal
- Area border router (ABR)
 - Routeurs avec des interfaces dans différents aires (area)
 - Point de passage obligatoire d'un aire à un autre
- Autonomous Systems Border Router (ASBR)
 - Routeur avec une interface pour le réseau externe (autre AS ou Internet)
- Backbone router

Configuration de base

- Activation du protocole de routage OSPF
 - R1(config)#**router ospf process-id**
 - Process id: entre 1 et 65535
 - R1(config-router)#**network network-address wildcard-mask area area-id**

```
R1 (config)#router ospf 1
R1 (config-router)#
```

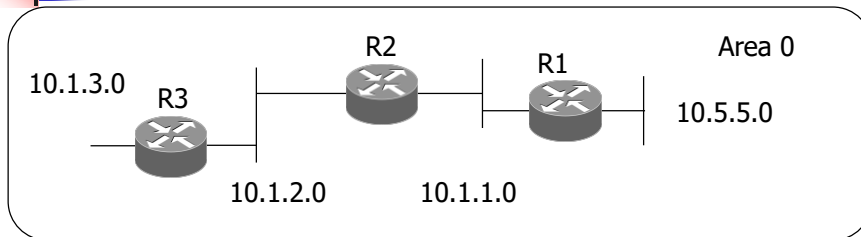
```
R2 (config)#router ospf 1
R2 (config-router)#
```

```
R3 (config)#router ospf 1
R3 (config-router)#
```

```
R1 (config)#router ospf 1
R1 (config-router)#network 172.16.1.16 0.0.0.15 area 0
R1 (config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R1 (config-router)#network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
```

```
R2 (config)#router ospf 1
R2 (config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 0
R2 (config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R2 (config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

Configuration de base



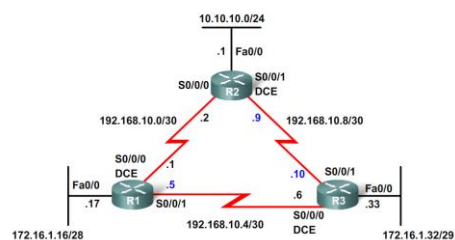
hostname R3	hostname R2	hostname R1
<pre>router ospf 10 network 10.1.2.3 0.0.0.0 area 0 network 10.1.3.1 0.0.0.0 area 0</pre>	<pre>router ospf 20 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0</pre>	<pre>router ospf 30 network 10.1.0.0 0.0.255.255 area 0 network 10.5.5.0 0.0.0.0 area 0</pre>

Configuration de base

```
R1#show ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 192.168.10.5
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa

R2#show ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 192.168.10.9
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa

R3#show ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 192.168.10.10
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
```





Configuration de base

R1(config)#router ospf process-id
R1(config-router)#router-id ip-address

- Modification de l’identifiant du routeur
R1#clear ip ospf process

- Router-id & loopback

```
R1(config)#interface loopback 0  
R1(config-if)#ip add 10.1.1.1 255.255.255.255
```



Configuration de base

- Affichage du tableau de voisins

```
R1#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.3.3.3	1	FULL/ -	00:00:30	192.168.10.6	Serial0/0/1
10.2.2.2	1	FULL/ -	00:00:33	192.168.10.2	Serial0/0/0

Command	Description
show ip protocols	Displays OSPF process ID, router ID, networks router is advertising & administrative distance
show ip ospf	Displays OSPF process ID, router ID, OSPF area information & the last time SPF algorithm calculated
show ip ospf interface	Displays hello interval and dead interval

Intervalle Hello et dead

- **Intervalle de 'Hello et dead'**
si ces valeurs sont différentes, les routeurs voisins ne peuvent pas établir une relation de voisinage

```
Cisco
Sydney1 (config-if) #ip ospf hello-interval 5
Sydney1 (config-if) #ip ospf dead-interval 20
```

Vérification de la configuration d'OSPF

- show ip protocol
- show ip route
- show ip ospf interface
- show ip ospf
- show ip ospf neighbor
- show ip ospf neighbor detail
- show ip ospf database
- Clear ip route *
- debug ip ospf events
- debug ip ospf adj