



**SPF**  
Open Shortest Path First



**- TP 5 -**  
**Protocoles de routage à états de liens OSPF**

*par Édouard Lumet & [REDACTED]*



## Sommaire

Introduction.....	3
1. Le protocole de routage OSPF.....	3
2. Protocole de routage OSPFv2 sur topologie IPv4 à zones multiples.....	4
2.1. Topologie IPv4.....	4
2.2. Configuration du protocole OSPFv2 sur R1.....	5
2.3. Configuration du protocole OSPFv2 sur R2.....	7
2.4. Configuration du protocole OSPFv2 sur R3.....	9
2.5. Configuration d'OSPFv2 sur R4 et R5.....	10
2.6. Vérification des connectivités réseau.....	11
2.7. Étude des notions de DR et BDR.....	12
2.8. Effet du coût des liaisons sur le routage OSPF.....	13
2.9. Agrégation de routes OSPF.....	15
Conclusion.....	16

## Introduction

Nous allons appréhender dans ce cinquième TP le protocole de routage à états de liens OSPF. La topologie que nous allons étudier contient plusieurs zones OSPF, ce qui va nous permettre d'observer et de tirer des conclusions complètes sur le fonctionnement de ce protocole. Nous pourrons ainsi maîtriser la mise en place et la configuration d'OSPFv2 sur des routeurs Cisco de même que les notions spécifiques à son fonctionnement.

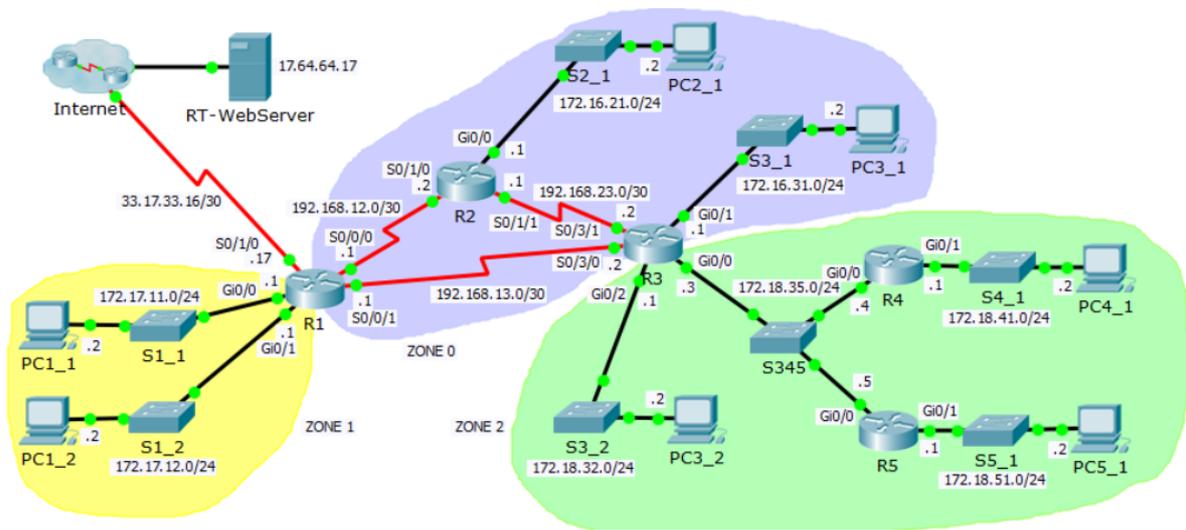
### 1. Le protocole de routage OSPF

OSPF a une distance administrative de 110. Il est plus fiable et plus performant que RIP est relativement simple, plus qu'EIGRP par exemple. Nous l'étudions ici en tant que protocole à zones multiples. En effet, lorsqu'un AS est suffisamment grand, on peut le diviser en plusieurs zones OSPF toutes reliées par la zone 0 ou zone fédératrice.

Les informations de routage sont transmises via des paquets nommés LSA, pour les bloquer sur une interface on peut la déclarer en tant qu'interface passive. Cela peut être utile lorsque l'interface en question connecte un LAN sans autre routeur, un hacker pouvant être parmi l'un des équipements terminaux de ce LAN collectant ainsi toutes les informations de routage et donc toute la topologie.

## 2. Protocole de routage OSPFv2 sur topologie IPv4 à zones multiples

### 2.1. Topologie IPv4



Périphérique	Interface	Adresse IPv4 / Longueur préfixe
R1	S0/0/0	192.168.12.1/30
	S0/0/1	192.168.13.1/30
	S0/1/0	33.17.33.17/30
	Gi0/0	172.17.11.1/24
	Gi0/1	172.17.12.1/24
R2	S0/1/0	192.168.12.2/30
	S0/1/1	192.168.23.1/30
	Gi0/0	172.16.21.1/24
R3	S0/3/0	192.168.13.2/30
	S0/3/1	192.168.23.2/30
	Gi0/0	172.18.35.3/24
	Gi0/1	172.16.31.1/24
	Gi0/2	172.18.32.1/24
R4	Gi0/0	172.18.35.4/24
	Gi0/1	172.18.41.1/24
R5	Gi0/0	172.18.35.5/24
	Gi0/1	172.18.51.1/24
PC1_1	NIC	172.17.11.2/24
PC1_2	NIC	172.17.12.2/24
PC2_1	NIC	172.16.21.2/24
PC3_1	NIC	172.16.31.2/24
PC3_2	NIC	172.18.32.2/24
PC4_1	NIC	172.18.41.2/24
PC5_1	NIC	172.18.51.2/24

L'ensemble de la topologie a été configurée d'un point de vue adressage IPv4 selon le plan d'adressage précédent (tableau p4).

- Les routeurs fédérateurs, appartenant à la zone 0 dite zone fédératrice, sont les routeurs R1, R2 et R3.
- Ensuite, les ABR sont R1 et R3. En effet, ce sont les deux routeurs qui sont à la frontière de deux zones.
- Le routeur ASBR et le routeur R1, c'est celui qui est à la frontière de l'AS (un accès vers Internet et un accès vers le réseau interne).
- Enfin, R2, R4 et R5 sont des routeurs internes. Un routeur interne est un routeur ayant toutes ses interfaces dans une même zone.

*NB: Dans la suite de ce TP, toutes les commandes entrées sur les différents routeurs sont listées et commentées dans la fiche d'intervention. Elles ne seront donc pas recopiées dans ce compte-rendu afin de ne pas le surcharger.*

## 2.2. Configuration du protocole OSPFv2 sur R1

- Pour commencer la configuration d'OSPF sur le routeur R1, on lui configure un ID de routeur (RID) 1.1.1.1 pour un ID de processus OSPF de 1. Ce numéro de processus sera identique sur tous nos routeurs OSPF.
- Ensuite, dans le processus OSPF n°1 on ajoute les réseaux directement connectés à R1 en précisant la zone OSPF où ils se situent. Conformément à la topologie page4, les réseaux 192.168.x.x sont dans la zone 0 (fédératrice) tandis que les réseaux 172.17.x.x sont dans la zone 1.
- Enfin, nous devons déclarer les interfaces non connectées à d'autres routeurs comme passives. Concernant R1, ces interfaces sont gi0/0 et gi0/1 (dans la zone 1).

Un autre point important à traiter lors de la configuration d'OSPF est le coût des liaisons. En effet, l'algorithme SPF ou Shortest Path First favorise les routes empruntant des liaisons à faible coût soit celles ayant une bande passante numérique la plus élevée. Or par défaut, la référence pour faire ce calcul sont les liaisons 100M alors que dans notre topologie nous avons des liaisons 1G ou 10G.

- Avant toute configuration, on vérifie le coût des liaisons Gigabit et série sur notre routeur à l'aide de la commande **#show ip ospf interface nom\_interface** :

```
R1#show ip ospf interface gi0/0
```

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 172.17.11.1/24, Area 1
  Process ID 1, Router ID 1.1.1.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State WAITING, Priority 1
  No designated router on this network
  No backup designated router on this network
```

[R1] Extrait des infos OSPF de l'interface gi0/0

La liaison gi0/0 ayant une bande passante > à une liaison 100M, son coût est donc de 1 (le coût devant être entier)

```
R1#show ip ospf interface s0/0/0
```

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.12.1/30, Area 0
  Process ID 1, Router ID 1.1.1.1, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 64
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
```

La liaison s0/0/0 a une bande passante de 1544kbps d'où un coût de 100M/1544k ≈ 64

[R1] Extrait des infos OSPF de l'interface s0/0/0

- Pour remédier à ce "problème", on modifie la bande passante de référence à 10G soit 10000Mbps (sous Cisco, la commande permettant de faire cela requiert une valeur de référence en Mbps). *Rappel : les commandes sont listées et commentées dans la fiche d'intervention jointe*

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#auto-cost reference-ban
R1(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
* OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all routers.
```

*[R1] Configuration de la bande passante de référence avec message d'information*

- Comme on peut le voir dans la capture ci-dessus, un message nous confirme que la bande passante de référence a été modifiée et qu'il faut agir en conséquence par la configuration de cette même référence sur tous les routeurs OSPF de notre AS.
- On vérifie l'actualisation des coûts sur notre routeur :

```
R1#show ip ospf interface gi0/0
```

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet address is 172.17.11.1/24, Area 1
Process ID 1, Router ID 1.1.1.1, Network Type BROADCAST, Cost: 10
Transmit Delay is 1 sec, State WAITING, Priority 1
No designated router on this network
```

*[R1] Extrait des infos OSPF de l'interface gi0/0 – nouveau coût*

```
R1#show ip ospf interface s0/0/0
```

Ici le coût est de 10G/1544k ≈ 6476 soit 100 fois qu'avant car la référence est 100 fois supérieure.

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.12.1/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 1.1.1.1, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 6476
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
No designated router on this network
```

*[R1] Extrait des infos OSPF de l'interface s0/0/0 – nouveau coût*

- Effectivement, l'os Cisco a fixé une bande passante par défaut aux liaisons série de 1544kbps si l'on reprend les calculs de coûts précédents. Cela ne correspond donc pas à la vraie bande passante de 500kbps configurée physiquement dans notre topologie.
- Pour une liaison de 500kbps, la coût sera de 10G/500k = 20000.
- On configure donc OSPF en conséquence pour affecter un coût de 20000 aux liaisons série de façon manuelle. *Rappel : commandes dans la fiche d'intervention*
- On vérifie la prise en compte de la commande sur l'interface série s0/0/0 :

```
R1(config-if)#do show ip ospf interface s0/0/0
```

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.12.1/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 1.1.1.1, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 20000
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
No designated router on this network
```

*[R1] Extrait des infos OSPF de l'interface s0/0/0 – nouveau coût*

La configuration est conforme.

- On effectue de même pour le coût de la liaison série s0/0/1.

- Pour prévenir un bug dû à Packet Tracer, on effectue la configuration manuelle des coûts pour les interfaces Gigabit également (avec un coût de 10 bien sûr).

On s'intéresse pour finir à la configuration de l'accès à Internet.

- En premier lieu, nous devons configurer une route statique par défaut en ne précisant que l'interface s0/1/0 puisque c'est une liaison point à point (cf TP3).
- Ensuite, nous devons indiquer à OSPF qu'il doit propager dans son processus l'information de cette route par défaut, de façon similaire à RIP (cf TP4).

*Rappel : voir fiche d'intervention*

- À l'aide de la désormais célèbre mais habituelle voire banale commande **#copy run start** on sauvegarde la configuration courante dans le fichier de démarrage en NVRAM.

### 2.3. Configuration du protocole OSPFv2 sur R2

- On commence la configuration d'OSPF sur R2 en lui affectant l'ID de routeur 2.2.2.2 pour le processus OSPF n°1.
- On ajoute au processus OSPF tous ses réseaux directement connectés qui, R2 étant un routeur interne, appartiennent tous à la zone 0 (fédératrice) :
  - 172.16.21.0/24
  - 192.168.23.0/30
  - 192.168.12.0/30
- Ensuite, on déclare passive l'interface gi0/0 de R2 étant donné qu'elle n'est pas connectée à d'autres routeurs. Cela évite d'envoyer des LSA aux PC et à un éventuel hacker.
- Comme pour R1 on modifie la bande passante de référence (et donc conformément au message d'avertissement que nous avons rencontré) à 10G soit 10000.
- Il faut également que l'on modifie manuellement le coût des liaisons séries pour que cela coïncide avec une bande passante de 500kbps.
- On vérifie alors les coûts affectés aux interfaces s0/1/0 et s0/1/1 :

```
R2(config-if)#do show ip ospf interface s0/1/0
```

```
Serial0/1/0 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.12.2/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 2.2.2.2, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 20000
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
No designated router on this network
No backup designated router on this network
```

*[R2] Extrait des infos OSPF de l'interface s0/1/0 – nouveau coût*

Le coût des liaisons série est conforme à la configuration que nous venons d'effectuer.

```
R2(config-if)#do show ip ospf interface s0/1/1
```

```
Serial0/1/1 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.23.1/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 2.2.2.2, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 20000
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
No designated router on this network
```

*[R2] Extrait des infos OSPF de l'interface s0/1/1 – nouveau coût*

- On modifie aussi le coût de la liaison gi0/0 toujours pour prévenir un bug sous Packet Tracer.
- On peut alors sauvegarder la configuration en cours de R2 en NVRAM.

*Rappel : voir la fiche d'intervention pour les commandes exécutées sur les routeurs*

- On affiche la table de routage de R1 afin de voir le résultat de la configuration des deux premiers routeurs faite jusqu'ici :

```
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

33.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   33.17.33.16/30 is directly connected, Serial0/1/0
L   33.17.33.17/32 is directly connected, Serial0/1/0
172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O   172.16.21.0/24 [110/20010] via 192.168.12.2, 00:05:55, Serial0/0/0
172.17.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C   172.17.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L   172.17.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
C   172.17.12.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L   172.17.12.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
192.168.12.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.12.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L   192.168.12.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
192.168.13.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C   192.168.13.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L   192.168.13.1/32 is directly connected, Serial0/0/1
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   192.168.23.0/30 [110/40000] via 192.168.12.2, 00:02:27, Serial0/0/0
S*  0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/1/0
R1#show ip route ospf
172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O   172.16.21.0 [110/20010] via 192.168.12.2, 00:06:01, Serial0/0/0
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   192.168.23.0 [110/40000] via 192.168.12.2, 00:02:32, Serial0/0/0
[R1] Table de routage IPv4 et routes OSPF
```

On peut voir que deux routes ont été apprises via OSPF (notées 'O' et distance administrative de 110) : 172.16.21.0 via s0/0/0 (@ dist = 192.168.12.2) et 192.168.23.0 via s0/0/0 (@ dist = 192.168.12.2). Ces deux routes indiquent que R2 est le prochain saut vers deux routes directement connectées à R2, c'est en effet ce dernier qui a transmis ces informations via OSPF. Concernant la première route, on a une métrique de 20010 soit liaisons série + gigabit comme on peut le voir sur la topologie. Concernant la seconde route, on a une métrique de 40000 soit deux liaisons série, également vérifiable sur la topologie.

```
R2(config-if)#do show ip route ospf
172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.17.11.0 [110/20010] via 192.168.12.1, 00:05:57, Serial0/1/0
O IA 172.17.12.0 [110/20010] via 192.168.12.1, 00:05:57, Serial0/1/0
192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    192.168.13.0 [110/40000] via 192.168.12.1, 00:05:57, Serial0/1/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.12.1, 00:09:37, Serial0/1/0
```

*[R2] Routes OSPF de la table de routage IPv4*

4 routes ont été apprises à R2 via OSPF : les deux LANs connectés à R1, la liaison série entre R1 et R3 et la route par défaut vers Internet. Les deux premières routes sont dans une autre zone OSPF car elles sont annotées 'O IA'. La route par défaut est quant à elle une route OSPF externe de type 2, la métrique est donc la même que sur le routeur R1. Elle est donc annotée 'O E2'. Provenant de R1, toutes les routes indiquent une sortie via s0/1/0 et pour prochain saut 192.168.12.1 (R1).

## 2.4. Configuration du protocole OSPFv2 sur R3

- Pour R3, on configure un ID de routeur 3.3.3.3 associé au processus OSPF n°1 puis on ajoute à ce processus toutes ses routes directement connectées. Les interfaces passives sont Gi0/1 et Gi0/2 et la bande passante de référence est évidemment 10Gbit/s. Comme pour les deux précédents routeurs, on affecte correctement les coûts des liaisons, même pour les liaisons Gigabit. On finit par sauvegarder la configuration. *Rappel : voir la fiche d'intervention pour les commandes*

Quelques vérifications s'imposent alors.

- On vérifie les nouveaux coûts de liaison série et gigabit :

```
R3(config-if)#do show ip ospf interface s0/3/1
```

```
Serial0/3/1 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.23.2/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 3.3.3.3, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 20000
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
No designated router on this network
No backup designated router on this network
```

[R3] coût d'une liaison série (ex, s0/3/1)

```
R3(config-if)#do show ip ospf interface gi0/1
```

```
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
Internet address is 172.16.31.1/24, Area 0
Process ID 1, Router ID 3.3.3.3, Network Type BROADCAST, Cost: 10
Transmit Delay is 1 sec, State WAITING, Priority 1
No designated router on this network
```

[R3] coût d'une liaison gigabit (ex, gi0/1)

- On affiche enfin les routes OSPF des trois routeurs configurés :

```
R1#show ip route ospf
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O 172.16.21.0 [110/20010] via 192.168.12.2, 00:24:00, Serial0/0/0
O 172.16.31.0 [110/20010] via 192.168.13.2, 00:09:05, Serial0/0/1
172.18.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.18.32.0 [110/20010] via 192.168.13.2, 00:08:55, Serial0/0/1
O IA 172.18.35.0 [110/20010] via 192.168.13.2, 00:08:55, Serial0/0/1
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 192.168.23.0 [110/40000] via 192.168.12.2, 00:07:27, Serial0/0/0
[110/40000] via 192.168.13.2, 00:07:27, Serial0/0/1
```

[R1] Routes OSPF de la table de routage IPv4

On note l'apparition de trois nouvelles routes OSPF dont deux d'une autre zone OSPF. En regardant la topologie, on voit que ce sont les trois LANS directement connectées à R3 : 172.16.31.0, 172.18.32.0 (IA) et 172.18.35.0 (IA).

Concernant R2, de 4 routes nous en disposons maintenant de 7. Ce sont les mêmes trois routes décrites ci-dessus pour R1, deux étant dans une zone différente.

```
R2#show ip route ospf
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O 172.16.31.0 [110/20010] via 192.168.23.2, 00:08:27, Serial0/1/1
172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.17.11.0 [110/20010] via 192.168.12.1, 00:22:03, Serial0/1/0
O IA 172.17.12.0 [110/20010] via 192.168.12.1, 00:22:03, Serial0/1/0
172.18.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.18.32.0 [110/20010] via 192.168.23.2, 00:08:17, Serial0/1/1
O IA 172.18.35.0 [110/20010] via 192.168.23.2, 00:08:17, Serial0/1/1
192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 192.168.13.0 [110/40000] via 192.168.12.1, 00:05:59, Serial0/1/0
[110/40000] via 192.168.23.2, 00:05:59, Serial0/1/1
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.12.1, 00:25:43, Serial0/1/0
```

[R2] Routes OSPF de la table de routage IPv4

```
R3(config-if)#do show ip route ospf
 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O    172.16.21.0 [110/20010] via 192.168.23.1, 00:05:00, Serial0/3/1
 172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA  172.17.11.0 [110/20010] via 192.168.13.1, 00:04:16, Serial0/3/0
O IA  172.17.12.0 [110/20010] via 192.168.13.1, 00:04:16, Serial0/3/0
 192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    192.168.12.0 [110/40000] via 192.168.23.1, 00:04:16, Serial0/3/1
      [110/40000] via 192.168.13.1, 00:04:16, Serial0/3/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.13.1, 00:09:12, Serial0/3/0
```

[R3] Routes OSPF de la table de routage IPv4

Ici, toutes ces routes sont nouvelles et correspondent aux réseaux connectés à R1 et à R2 sans oublier la route par défaut (0\*E2). A noter qu'un réseau dispose de deux routes, l'une d'elle a été priorisée (dans l'ordre d'affichage).

## 2.5. Configuration d'OSPFv2 sur R4 et R5

- La configuration est toujours la même sur ces deux routeurs, inspirée des trois configurations effectuées précédemment. Il n'y a cependant pas de liaisons série et seulement deux liaisons Gigabit. *Pour rappel, les manipulations sont indiquées et commentées dans la fiche d'intervention*
- Il ne nous reste plus qu'à vérifier l'ensemble des tables de routage...

```
 172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O    172.16.21.0 [110/20010] via 192.168.12.2, 00:34:43, Serial0/0/0
O    172.16.31.0 [110/20010] via 192.168.13.2, 00:19:48, Serial0/0/1
 172.18.0.0/24 is subnetted, 4 subnets
O IA  172.18.32.0 [110/20010] via 192.168.13.2, 00:19:38, Serial0/0/1
O IA  172.18.35.0 [110/20010] via 192.168.13.2, 00:19:38, Serial0/0/1
O IA  172.18.41.0 [110/20020] via 192.168.13.2, 00:06:23, Serial0/0/1
O IA  172.18.51.0 [110/20020] via 192.168.13.2, 00:01:30, Serial0/0/1
 192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    192.168.23.0 [110/40000] via 192.168.12.2, 00:18:10, Serial0/0/0
      [110/40000] via 192.168.13.2, 00:18:10, Serial0/0/1
```

[R1] Routes OSPF de la table de routage IPv4

7 routes OSPF pour R1 correspondant aux 7 réseaux ne lui étant pas directement connectés (dont 4 dans une autre zone, la 2 notamment).

De même sur R2, 9 routes OSPF permettent de joindre les 9 réseaux non directement connectés dont 7 dans une autre zone que la zone 0.

```
 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O    172.16.31.0 [110/20010] via 192.168.23.2, 00:22:29, Serial0/1/1
 172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA  172.17.11.0 [110/20010] via 192.168.12.1, 00:36:04, Serial0/1/0
O IA  172.17.12.0 [110/20010] via 192.168.12.1, 00:36:04, Serial0/1/0
 172.18.0.0/24 is subnetted, 4 subnets
O IA  172.18.32.0 [110/20010] via 192.168.23.2, 00:22:19, Serial0/1/1
O IA  172.18.35.0 [110/20010] via 192.168.23.2, 00:22:19, Serial0/1/1
O IA  172.18.41.0 [110/20020] via 192.168.23.2, 00:08:59, Serial0/1/1
O IA  172.18.51.0 [110/20020] via 192.168.23.2, 00:04:07, Serial0/1/1
 192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    192.168.13.0 [110/40000] via 192.168.12.1, 00:20:01, Serial0/1/0
      [110/40000] via 192.168.23.2, 00:20:01, Serial0/1/1
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.12.1, 00:39:45, Serial0/1/0
```

[R2] Routes OSPF de la table de routage IPv4

```
 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O    172.16.21.0 [110/20010] via 192.168.23.1, 00:21:50, Serial0/3/1
 172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA  172.17.11.0 [110/20010] via 192.168.13.1, 00:21:05, Serial0/3/0
O IA  172.17.12.0 [110/20010] via 192.168.13.1, 00:21:05, Serial0/3/0
 172.18.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O    172.18.41.0 [110/20] via 172.18.35.4, 00:10:09, GigabitEthernet0/0
O    172.18.51.0 [110/20] via 172.18.35.5, 00:05:16, GigabitEthernet0/0
 192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    192.168.12.0 [110/40000] via 192.168.23.1, 00:21:05, Serial0/3/1
      [110/40000] via 192.168.13.1, 00:21:05, Serial0/3/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.13.1, 00:26:02, Serial0/3/0
```

[R3] Routes OSPF de la table de routage IPv4

Idem pour R3. Pas d'erreur de configuration à priori au niveau de OSPF.

```

172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.16.21.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
O IA 172.16.31.0 [110/20] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.17.11.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
O IA 172.17.12.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
172.18.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O 172.18.32.0 [110/20] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
O 172.18.51.0 [110/20] via 172.18.35.5, 00:06:10, GigabitEthernet0/0
192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.12.0 [110/40010] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.13.0 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.23.0 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:10:20, GigabitEthernet0/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 172.18.35.3, 00:13:11, GigabitEthernet0/0

```

Idem pour R4...

[R4] Routes OSPF de la table de routage IPv4

```

172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.16.21.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O IA 172.16.31.0 [110/20] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.17.11.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O IA 172.17.12.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
172.18.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O 172.18.32.0 [110/20] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O 172.18.41.0 [110/20] via 172.18.35.4, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.12.0 [110/40010] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.13.0 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.23.0 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 172.18.35.3, 00:06:57, GigabitEthernet0/0

```

... et pour R5.

[R5] Routes OSPF de la table de routage IPv4

## 2.6. Vérification des connectivités réseau

On peut maintenant vérifier les bonnes connectivités réseaux, tous les réseaux étant connus de tous les routeurs.

Par exemple, on a ici les pings depuis PC1 vers au moins une machine de chaque réseau de la topologie, Internet y compris :

```

PC>ping 17.64.64.17

Pinging 17.64.64.17 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 17.64.64.17: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 17.64.64.17: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 17.64.64.17: bytes=32 time=1ms TTL=126

```

→ RT-WebServer (Internet) : OK

```

PC>ping 192.168.13.1

Pinging 192.168.13.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.13.1: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.13.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.13.1: bytes=32 time=0ms TTL=255
Reply from 192.168.13.1: bytes=32 time=0ms TTL=255

```

→ s0/0/1 de R1 : OK

```

PC>ping 192.168.23.2

Pinging 192.168.23.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.23.2: bytes=32 time=2ms TTL=254
Reply from 192.168.23.2: bytes=32 time=1ms TTL=254
Reply from 192.168.23.2: bytes=32 time=9ms TTL=254
Reply from 192.168.23.2: bytes=32 time=1ms TTL=254

```

→ s0/3/1 de R2 : OK

```

PC>ping 172.16.21.2

Pinging 172.16.21.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 172.16.21.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.16.21.2: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 172.16.21.2: bytes=32 time=8ms TTL=126

```

→ PC2\_1 : OK

```
PC>ping 172.16.31.2

Pinging 172.16.31.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 172.16.31.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.16.31.2: bytes=32 time=6ms TTL=126
Reply from 172.16.31.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
→ PC3_1:OK
```

```
PC>ping 172.18.32.2

Pinging 172.18.32.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 172.18.32.2: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 172.18.32.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.18.32.2: bytes=32 time=5ms TTL=126
→ PC3_2:OK
```

```
PC>ping 172.18.41.2

Pinging 172.18.41.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 172.18.41.2: bytes=32 time=1ms TTL=125
Reply from 172.18.41.2: bytes=32 time=2ms TTL=125
Reply from 172.18.41.2: bytes=32 time=6ms TTL=125
→ PC4_1:OK
```

```
PC>ping 172.18.51.2

Pinging 172.18.51.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 172.18.51.2: bytes=32 time=1ms TTL=125
Reply from 172.18.51.2: bytes=32 time=5ms TTL=125
Reply from 172.18.51.2: bytes=32 time=5ms TTL=125
→ PC5_1:OK
```

## 2.7. Étude des notions de DR et BDR

- Tout étant fonctionnel, on peut sauvegarder et on rouvre le fichier après sa fermeture afin d'étudier un des processus d'OSPF : la désignation de routeur.
- Les DR (Designated Routers) sont des routeurs OSPF élus dans un segment à accès multiple avec plusieurs routeurs dont son rôle est de collecter l'ensemble des LSA (messages d'annonces OSPF listant les informations de routage des routeurs lors du processus SPF) avant de les redistribuer. Cette centralisation de l'information permet de limiter l'occupation du réseau en terme de densité de trafic. Le BDR quant à lui (Backup Designated Router) est tout simplement un DR de secours, comme l'indique son nom.
- On observe sur R3 s'il existe des DR et BDR sur une liaison série point à point, sur un segment à accès multiple avec et sans routeur. Le cas échéant on indique lesquels sont-ils :

```
Serial0/3/1 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.23.2/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 3.3.3.3, Network Type POINT-TO-POINT, Cost: 20000
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT, Priority 0
No designated router on this network
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
Hello due in 00:00:00
```

[R3] extrait des infos OSPF de l'interface s0/3/0

Il n'y a ni DR ni BDR dans le réseau 192.168.13.0/30. Ce n'est pas étonnant puisqu'il n'y a que deux routeurs, l'information ne peut pas être centralisée.

```
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
Internet address is 172.16.31.1/24, Area 0
Process ID 1, Router ID 3.3.3.3, Network Type BROADCAST, Cost: 10
Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
Designated Router (ID) 3.3.3.3, Interface address 172.16.31.1
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
```

[R3] extrait des infos OSPF de l'interface gi0/1

critiquable car inutile. Il n'y a même pas de LSA qui circule dans ce réseau, l'interface gi0/1 étant passive...

Dans le réseau 192.168.31.0 en revanche, il y a un DR qui est R3 lui-même évidemment mais donc pas de BDR car ce segment à accès multiple ne comporte pas d'autres routeurs. Cette configuration auto est

```
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
 Internet address is 172.18.35.3/24, Area 2
 Process ID 1, Router ID 3.3.3.3, Network Type BROADCAST, Cost: 10
 Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 1
 Designated Router (ID) 5.5.5.5, Interface address 172.18.35.5
 Backup Designated Router (ID) 4.4.4.4, Interface address 172.18.35.4
 Timer intervals configured. Hello 10. Dead 40. Wait 40. Retransmit 5
 [R3] extrait des infos OSPF de l'interface gi0/0
```

Le réseau 172.18.35.0 est intéressant car c'est un segment à accès multiple comportant au total 3 routeurs. Il y a un routeur désigné, R5 (RID = 5.5.5.5), et un routeur désigné de secours, R4 (RID = 4.4.4.4). C'est le routeur ayant l'ID le plus grand qui a été élu, conformément au déroulement du processus OSPF. Le BDR est donc ici le routeur ayant le deuxième plus grand ID.

### 2.8. Effet du coût des liaisons sur le routage OSPF

- Pour joindre le réseau 172.16.31.0/24, R1 passe par R3 uniquement. C'est la route la plus directe d'un point de vue métrique.

```
O 172.16.31.0/24 [110/20010] via 192.168.13.2, 00:19:45, Serial0/0/1
Route en question sur R1...
```

- On teste alors un ping de R1 vers PC3\_1 en mode simulation :

Time(sec)	Last Device	At Device	Type
0.000	--	R1	ICMP
0.001	R1	R3	ICMP
0.002	R3	S3_1	ICMP
0.003	S3_1	PC3_1	ICMP
0.004	PC3_1	S3_1	ICMP
0.005	S3_1	R3	ICMP
0.006	R3	R1	ICMP

Le chemin emprunté est le chemin le plus logique d'un point de vue de la table de routage et d'un point de vue coût/métrique.

- On augmente ensuite la vitesse des liens séries entre R1 et R2 et entre R2 et R3 à 2Mbit/s.

Rappel : voir fiche d'intervention

- Le coût théorique d'une telle liaison est de 10G/2M = 5000.

Chemin emprunté par le ping (request/reply)

- On modifie donc le coût en conséquence aux deux extrémités des liaisons séries ainsi affectées (R1 ↔ R2 et R2 ↔ R3).

- On accélère à bord de notre DeLorean jusqu'à atteindre la vitesse fulgurante de 88 miles à l'heure et ainsi délinéariser l'espace spatio-temporel. Le convecteur temporel du Docteur Emmet Brown atteint alors la puissance de 2,21 Gigowatts !!!
- Heureusement, Packet Tracer a résisté à une telle puissance et nous pouvons consulter la modification dans table de routage de R1 :

```
O 172.16.31.0/24 [110/10010] via 192.168.12.2, 00:03:56, Serial0/0/0
Route en question sur R1 après modification des coûts
```

R1 passe désormais par R2 (puis par R3) et la métrique est de 10010 (5000 + 5000 + 10).

- En mode simulation, le chemin du ping est conforme à ce que nous venons de dire via l'interprétation de la table de routage :

Time(sec)	Last Device	At Device	Type
0.000	--	R1	ICMP
0.001	R1	R2	ICMP
0.002	R2	R3	ICMP
0.003	R3	S3_1	ICMP
0.004	S3_1	PC3_1	ICMP
0.005	PC3_1	S3_1	ICMP
0.006	S3_1	R3	ICMP
0.007	R3	R2	ICMP
0.008	R2	R1	ICMP

Le message passe en effet par R2 puis par R3 et non plus directement par R3 comme il le faisait avant la modification de la bande passante.

- Comme nous avons pu voir tout au long de cette première partie, OSPF est même plus rapide que le Docteur Brown et Marty McFly dans la célèbre DMC-12 ! En effet, une fois configuré sur les routeurs, le processus OSPF eut un temps de convergence assez faible alors qu'il offre une fiabilité et une qualité bien meilleure que RIP. Il ne se base pas sur le nombre de sauts mais sur la

*Chemin emprunté par le ping (request/reply)*

métrique ou le coût des chemins, des liaisons en fonction de leur bande passante numérique. Même dans un réseau un peu plus grand comme nous avons étudié dans ce TP, il est efficace et permet d'obtenir une « cartographie » claire de l'ensemble du réseau en mettant en commun toutes les routes directement connectées et apprises par chacun. Le revers de la médaille, lié à l'avantage cité précédemment, est la densité des tables de routages comme nous pouvons le voir sur R4 ou R5 par exemple :

```

172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.16.21.0/24 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
O IA 172.16.31.0/24 [110/20] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.17.11.0/24 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
O IA 172.17.12.0/24 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
172.18.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O 172.18.32.0/24 [110/20] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
C 172.18.35.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L 172.18.35.5/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O 172.18.41.0/24 [110/20] via 172.18.35.4, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
C 172.18.51.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 172.18.51.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.12.0/30 [110/40010] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.13.0/30 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.23.0/30 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:06:42, GigabitEthernet0/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 172.18.35.3, 00:06:52, GigabitEthernet0/0
R5#show ip route ospf
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.16.21.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O IA 172.16.31.0 [110/20] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
172.17.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O IA 172.17.11.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O IA 172.17.12.0 [110/20020] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
172.18.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
O 172.18.32.0 [110/20] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O 172.18.41.0 [110/20] via 172.18.35.4, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
192.168.12.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.12.0 [110/40010] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.13.0 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
192.168.23.0/30 is subnetted, 1 subnets
O IA 192.168.23.0 [110/20010] via 172.18.35.3, 00:06:47, GigabitEthernet0/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 172.18.35.3, 00:06:57, GigabitEthernet0/0

```

*Table de routage IPv4 et routes OSPFv2 du routeur R5*

## 2.9. Agrégation de routes OSPF

Pour pallier au problème souligné dans la conclusion ci-dessus, on configure l'agrégation ou résumé de routes OSPF.

- Pour rappel, les ABR dans notre topologie sont R1 et R3.
- L'adresse 172.17.8.0/21 est un résumé des routes de la zone 1 : 172.17.11.0/24 et 172.17.12.0/24.
- Pour la zone 2, l'adresse réseau agrégeant les réseaux 172.18.32/24 à 172.18.51.0/24 est : 172.18.32.0/19.
- On configure sur les deux ABR l'annonce vers la zone fédératrice d'un préfixe agrégé pour forcer le résumé de routes.

*Rappel : les commandes sont listées et commentées dans la fiche d'intervention*

```
Gateway of last resort is 192.168.12.1 to network 0.0.0.0

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C       172.16.21.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       172.16.21.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O       172.16.31.0/24 [110/5010] via 192.168.23.2, 00:37:34, Serial0/1/1
    172.17.0.0/21 is subnetted, 1 subnets
O IA    172.17.8.0/21 [110/5010] via 192.168.12.1, 00:06:19, Serial0/1/0
    172.18.0.0/19 is subnetted, 1 subnets
O IA    172.18.32.0/19 [110/5010] via 192.168.23.2, 00:00:51, Serial0/1/1
    192.168.12.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.12.0/30 is directly connected, Serial0/1/0
L       192.168.12.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
    192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       192.168.13.0/30 [110/25000] via 192.168.12.1, 00:37:22, Serial0/1/0
        [110/25000] via 192.168.23.2, 00:37:22, Serial0/1/1
    192.168.23.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.23.0/30 is directly connected, Serial0/1/1
L       192.168.23.1/32 is directly connected, Serial0/1/1
O*E2   0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.12.1, 00:58:36, Serial0/1/0
R2#show ip route ospf
    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O       172.16.31.0 [110/5010] via 192.168.23.2, 00:37:49, Serial0/1/1
    172.17.0.0/21 is subnetted, 1 subnets
O IA    172.17.8.0 [110/5010] via 192.168.12.1, 00:06:33, Serial0/1/0
    172.18.0.0/19 is subnetted, 1 subnets
O IA    172.18.32.0 [110/5010] via 192.168.23.2, 00:01:05, Serial0/1/1
    192.168.13.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       192.168.13.0 [110/25000] via 192.168.12.1, 00:37:37, Serial0/1/0
        [110/25000] via 192.168.23.2, 00:37:37, Serial0/1/1
O*E2   0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.12.1, 00:58:50, Serial0/1/0
```

Ci-dessus, la table de routage IPv4 ainsi que les routes OSPF du routeur R2. Avant l'agrégation de routes, il y avait 9 routes OSPF dans la table alors que maintenant il n'y a plus que 5 routes. Effectivement, on peut voir la route vers 172.17.8.0 qui résume deux routes et la route vers 172.18.32.0 qui résume quant à elle 4 routes. On récupère donc deux routes, ce qui fait 9 + 2 = 11 mais on résume au total 6 routes, ce qui fait 11 - 6 = 5 routes OSPF au final (soit ce que nous venons de constater dans la nouvelle table de routage).

## Conclusion

Le protocole de routage OSPF est, comme nous venons de le voir, très efficace et relativement simple à mettre en place. Il permet d'effectuer du routage dynamique dans un réseau de taille moyenne voire grande et comprenant différentes technologies au niveau de la couche physique. En effet, il se base sur la bande passante des liaisons pour déterminer le chemin le plus court (entendre rapide) entre deux points d'un réseau, ce qui offre de bonnes performances pour les utilisateurs.

Cependant, il faut au départ que le protocole soit correctement configuré sur l'ensemble des routeurs, ce qui peut être plus ou moins long suivant le type de routeur. Un ASBR ou un ABR doit être configuré avec précaution puisqu'il est présent dans plusieurs zones selon ses interfaces, alors qu'un routeur interne quant à lui ne se trouve uniquement dans une même zone.