



Routeage des paquets

2020/2021

Routeur

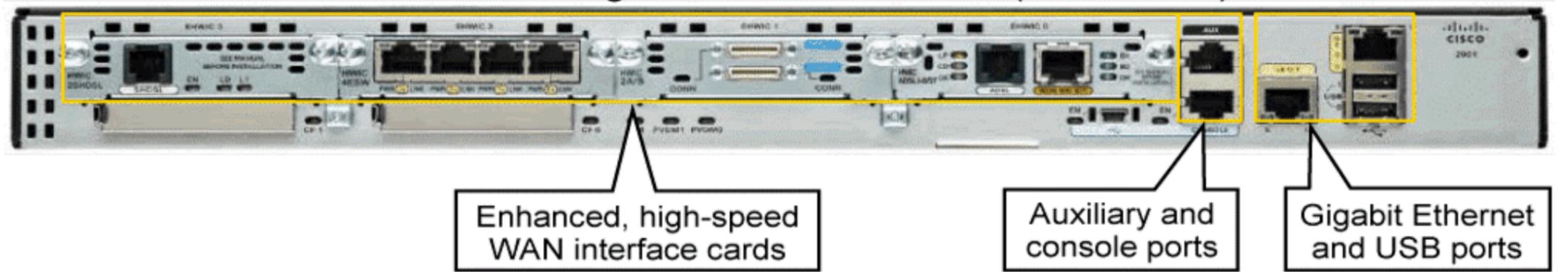
- Le routeur est un ordinateur qui permet le transfert de paquets entre différents réseaux. Il possède également :
 - UC : Il exécute les instructions du système d'exploitation
 - RAM : Elle enregistre le système d'exploitation (IOS), le fichier de configuration en cours, la table de routage, le cache ARP et la mémoire temporelle de paquets
 - ROM : Elle enregistre les instructions d'amorçage, le logiciel de diagnostic de base et une version réduite de l'IOS
 - La mémoire flash : Elle sert de stockage permanent. On y trouve pour le système d'exploitation par exemple
 - La NVRAM : La mémoire vive non volatile. Elle est utilisée comme stockage permanent pour le fichier de configuration initiale

Interfaces du Routeur

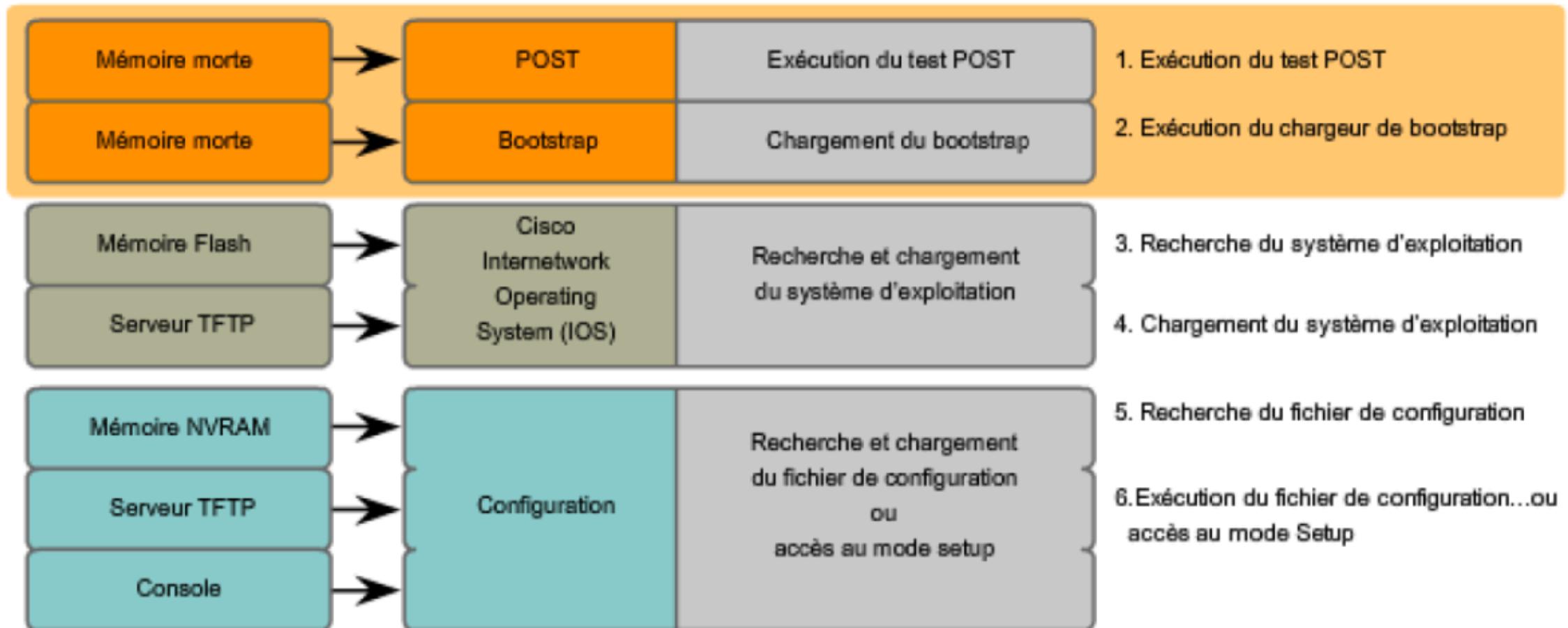
Cisco 2901 Integrated Services Router (Front Panel)



Cisco 2901 Integrated Services Router (Back Panel)



Démarrage du Routeur



Démarrage du Routeur

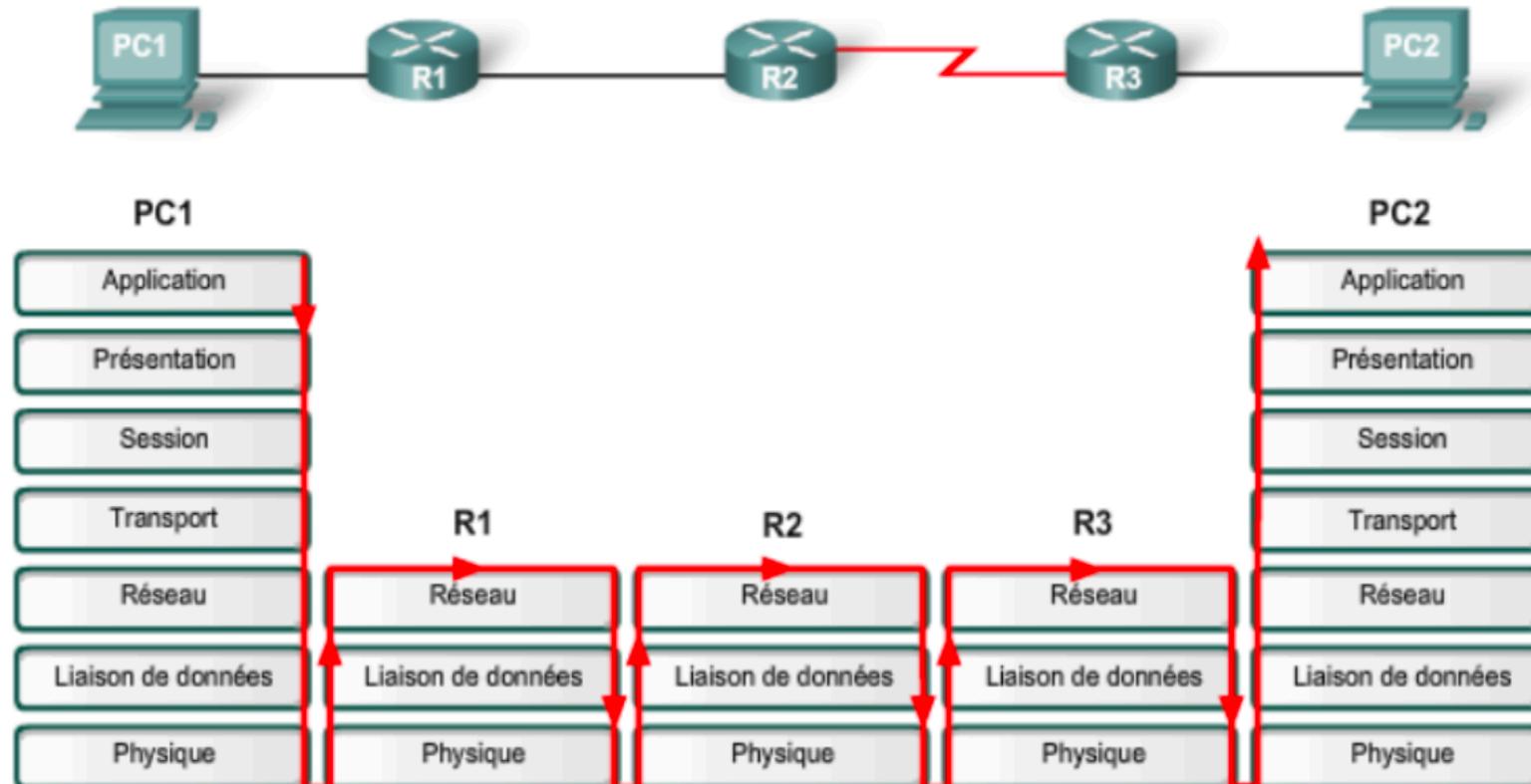
```
Router#show version
Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) C2600 Software (C2600-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2005 by cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 27-Apr-04 19:01 by miwang
Image text-base: 0x8000808C, data-base: 0x80A1FECC
ROM: System Bootstrap, Version 12.1(3r)T2, RELEASE SOFTWARE (fc1)
CDATA[Copyright (c) 2000 by cisco Systems, Inc.
ROM: C2600 Software (C2600-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5)
System returned to ROM by reload
System image file is "flash:c2600-i-mz.122-28.bin"
cisco 2621 (MPC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory.
Processor board ID JAD05190MRZ (4292891495)
M860 processor: part number 0, mask 49
Bridging software.
X.25 software, Version 3.0.0.

2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)

32K bytes of non-volatile configuration memory.

16384K bytes of processor board System flash (Read/Write)
Configuration register is 0x2102
Router#
```

Routeur et Couche réseau



Fonctionnement du routeur

- à la réception d'un nouveau paquet, le routeur procède comme suit pour le transférer :
 - Le routeur considère l'adresse IP de destination du paquet.
 - Il consulte sa table de routage pour trouver le chemin que doit prendre ce paquet. La table de routage est une correspondance entre des adresses de réseaux et les chemins qui permettent de les rejoindre.
 - Le routeur procède au transfert en respectant le chemin correspondu
 - Si aucun chemin ne correspond à l'adresse IP de destination du paquet, ce dernier sera supprime et un message d'erreur sera envoyé vers la source.

Routage



Les routeurs utilisent la table de routage comme une carte permettant de déterminer le meilleur chemin vers une adresse.

Table de Routage

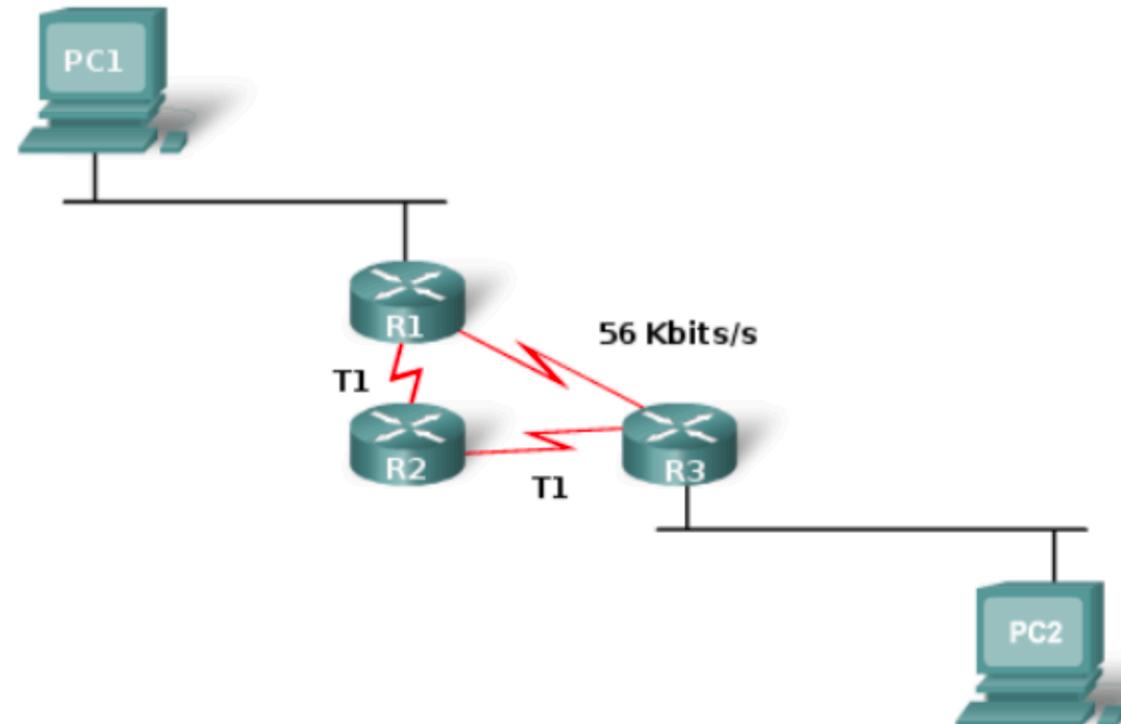
- La table de routage est :
 - un fichier de données se trouvant dans la mémoire vive
 - qui indique au routeur les chemins à prendre pour le transfert de paquets
 - Elle peut également contenir :
 - Des routes directement connectées
 - Des routes statiques
 - Des routes dynamiques

Détermination du meilleur chemin

- Le meilleur chemin peut être :
 - un chemin choisi par l'administrateur (route statique)
 - un chemin dynamique (choisi par un protocole de routage)
 - le plus court (vecteur distance)
 - qui a la plus haute bande passante (link state)

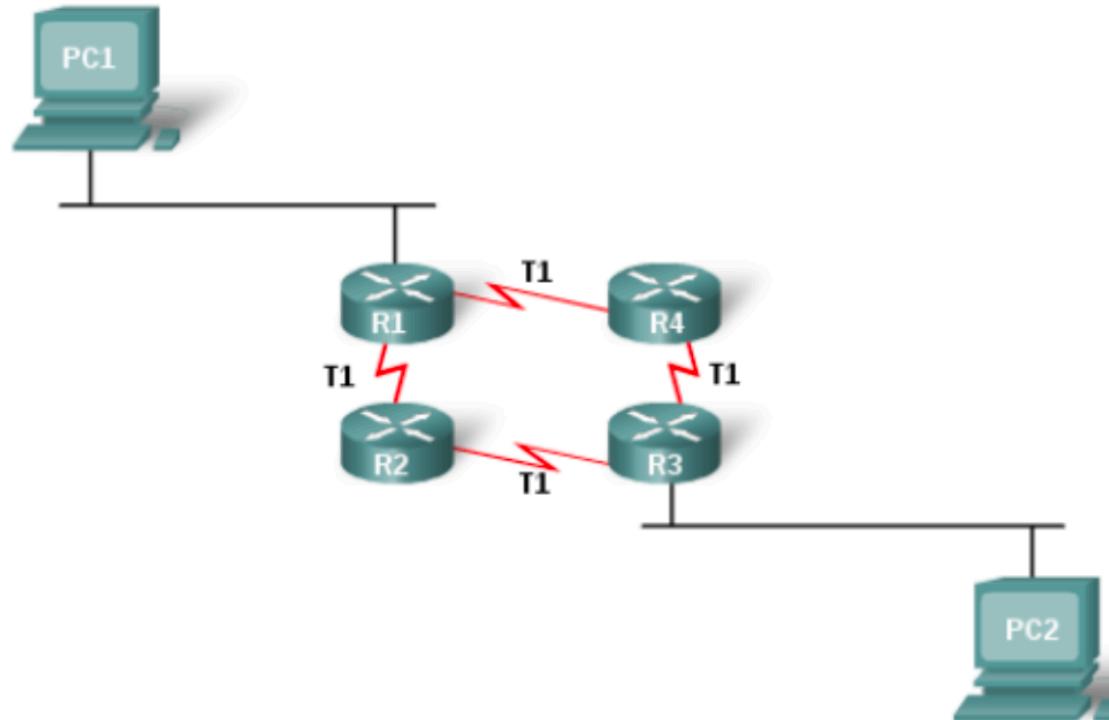
Détermination du meilleur chemin

- Le meilleur chemin peut être :
 - un chemin choisi par l'administrateur (route statique)
 - un chemin dynamique (choisi par un protocole de routage)
 - le plus court (vecteur distance)
 - qui a la plus haute bande passante (*link state*)



Détermination du meilleur chemin

- Le meilleur chemin peut être :
 - un chemin choisi par l'administrateur (route statique)
 - un chemin dynamique (choisi par un protocole de routage)
 - le plus court (vecteur distance)
 - qui a la plus haute bande passante (*link state*)



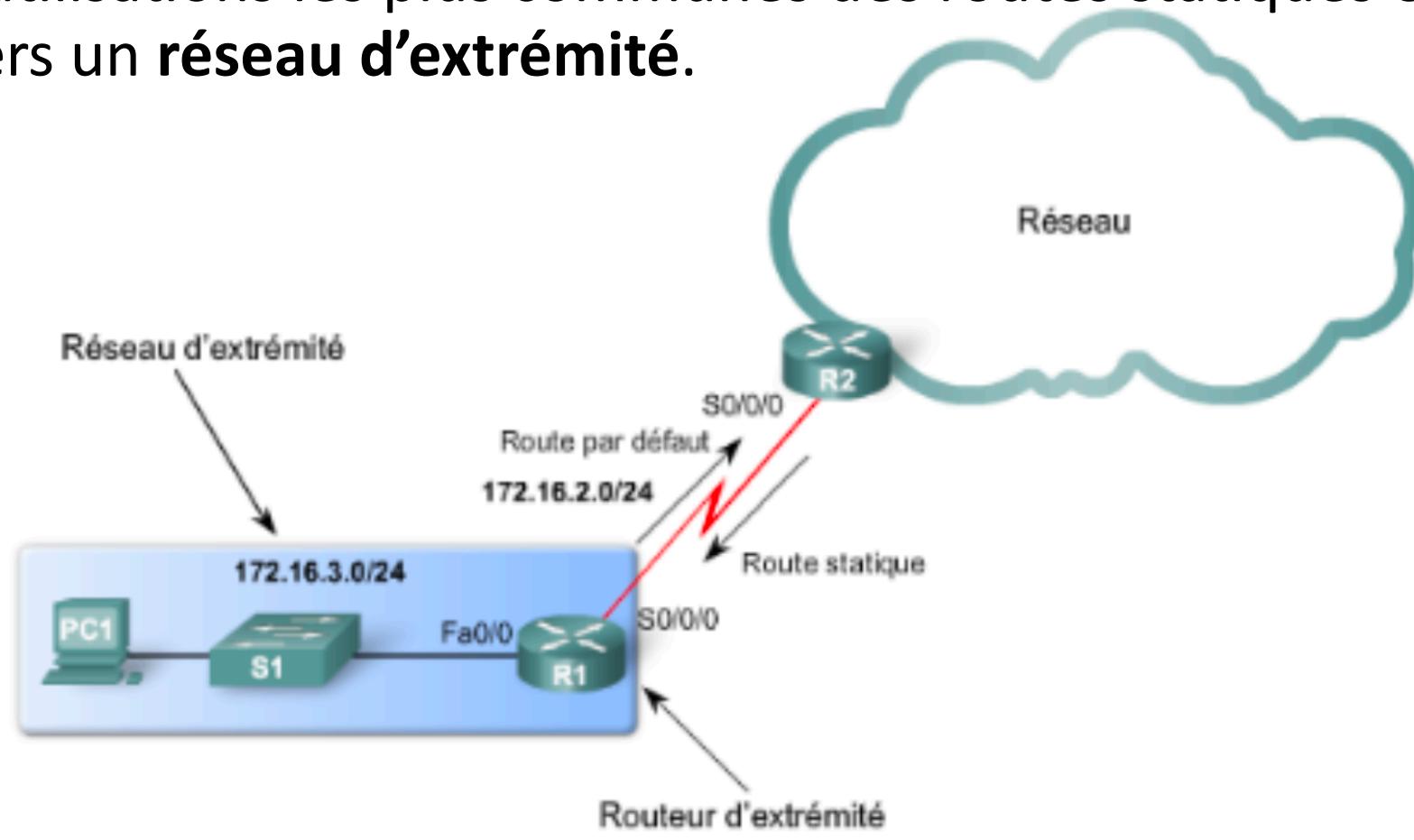
Et si les plusieurs chemins possédaient les mêmes caractéristiques ?
Équilibrage de charge

Routage statique

- Une route statique est un chemin configurée par l'administrateur. Il est prioritaire par rapport aux routes dynamiques.

Routage statique

- Une route statique est un chemin configurée par l'administrateur. Il est prioritaire par rapport aux routes dynamiques.
- Parmi les utilisations les plus communes des routes statiques est le routage vers un **réseau d'extrémité**.



Configuration routage statique

```
Router(config)# ip route network-address subnet-mask  
{ip-address | exit-interface }
```

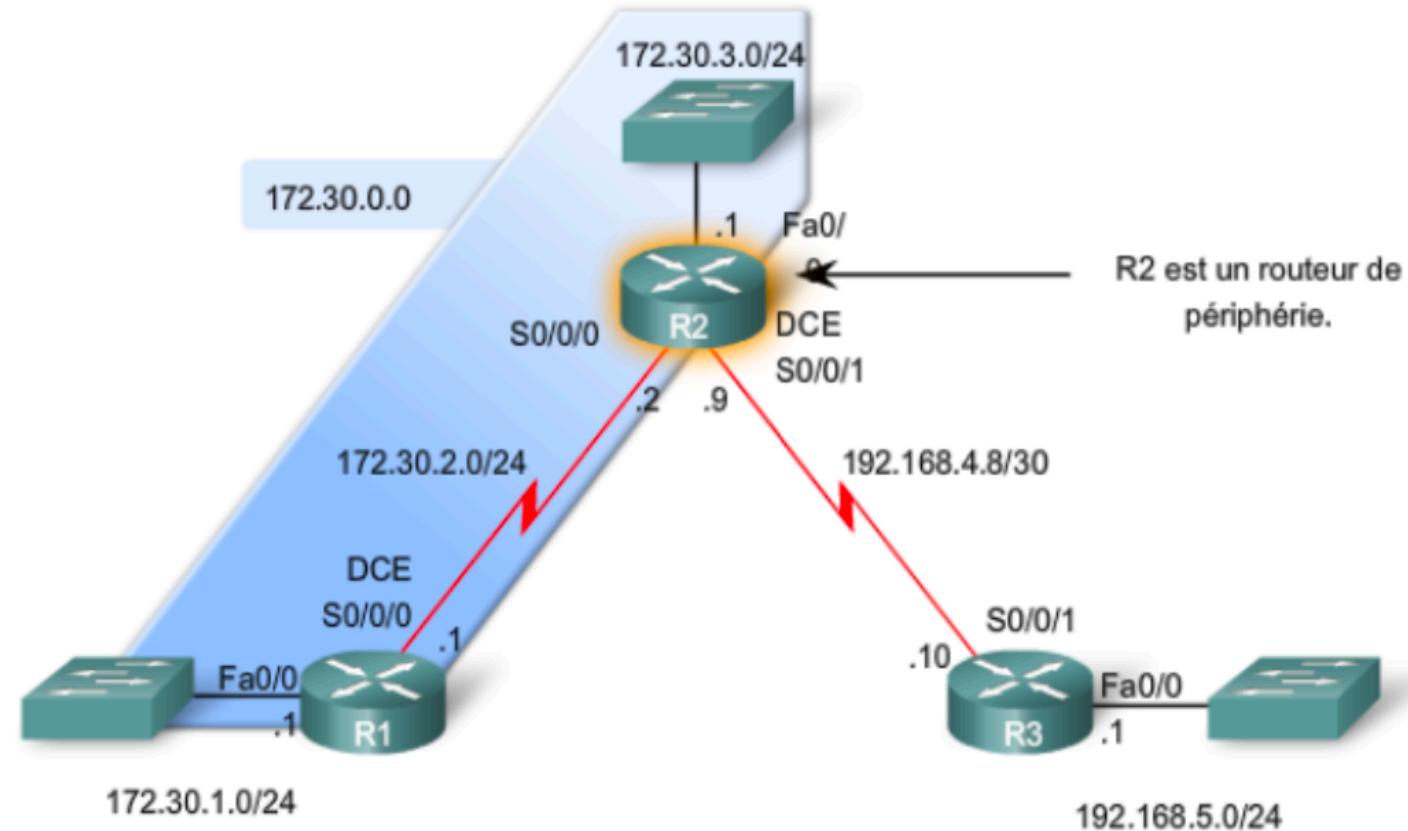
Paramètre	Description
network-address	Adresse de destination du réseau distant, à ajouter à la table de routage.
subnet-mask	Masque de sous-réseau du réseau distant, à ajouter à la table de routage. Vous pouvez modifier le masque de sous-réseau pour résumer un groupe de réseaux.
ip-address	Généralement appelé adresse IP du routeur de tronçon suivant.
exit-interface	Interface sortante utilisée pour transférer des paquets au réseau de destination.

Routes résumées

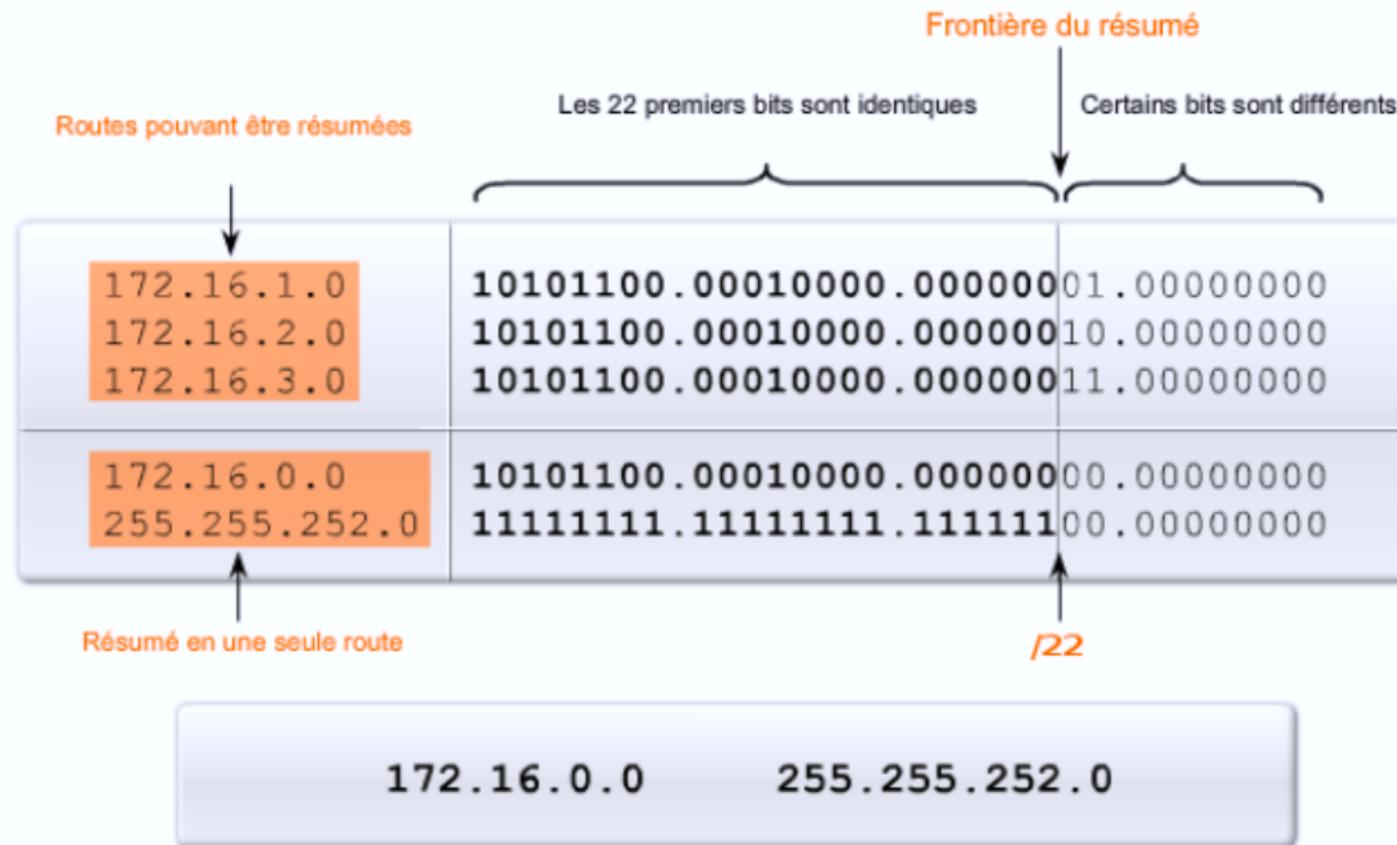
- Plusieurs routes statiques peuvent être résumées en une seule route statique si :
 - Les réseaux de destination peuvent être résumés dans une adresse réseau unique.
 - Les multiples routes statiques utilisent toutes la même interface de sortie ou adresse IP de saut suivant.

Routes résumées

- Plusieurs routes statiques peuvent être résumées en une seule route statique si :
 - Les réseaux de destination peuvent être résumés dans adresse réseau unique.
 - Les multiples routes statiques utilisent toutes la même interface de sortie ou adresse IP de saut suivant.



Routes résumées



Routes résumées

```
R3#show ip route
***résultat omis***

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S        172.16.1.0 is directly connected, Serial0/0/1
S        172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/1
S        172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/1
C        192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C        192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
R3#show ip route
***résultat omis***

Gateway of last resort is not set

    172.16.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
S        172.16.0.0 is directly connected, Serial0/0/1
C        192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/1
C        192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Routage statique

- Une route statique est un chemin configurée par l'administrateur. Il est prioritaire par rapport aux routes dynamiques.
- La route statique par défaut correspond à tous les paquets. Elle est utilisée :
 - Quand aucune autre route de la table de routage ne correspond à l'adresse IP de destination du paquet
 - Lorsqu'un routeur n'est connecté qu'à un seul autre routeur. Ce cas est appelé "routeur d'extrême".

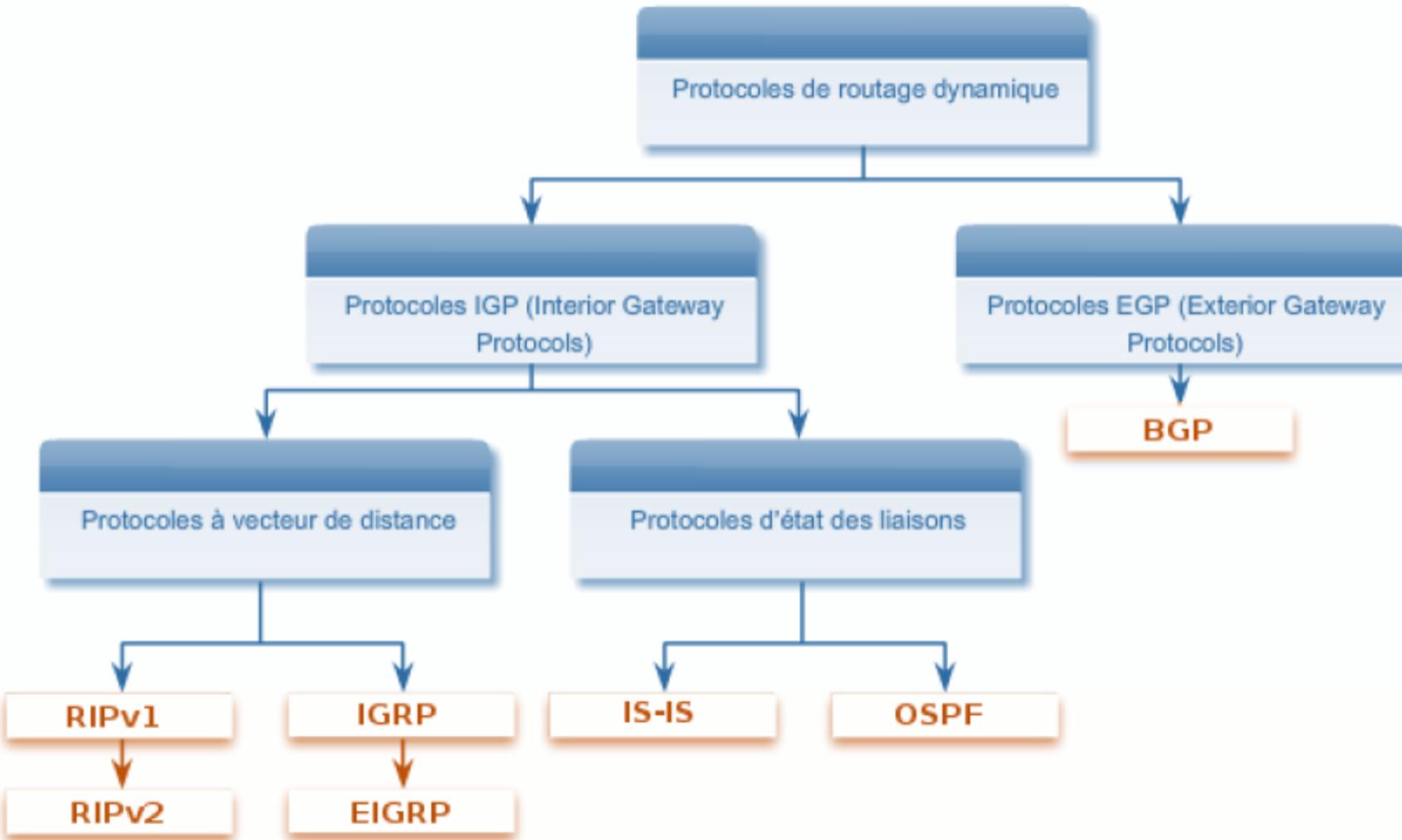
Routage dynamique

- Le routage dynamique permet la découverte des réseaux de destination sans avoir à impliquer l'administrateur. Ce dernier n'aura à faire qu'activer un protocole de routage au niveau des routeurs.
- Les routeurs se dévoilent leurs tables de routage.
- Une charge administrative par rapport au routage statique.

Routage Dynamique VS. Statique

	Routage dynamique	Routage statique
Complexité de la configuration	Généralement indépendant de la taille du réseau	Augmente avec la taille du réseau
Connaissances d'administrateur requises	Connaissances avancées requises	Aucune connaissance supplémentaire n'est requise
Modifications apportées à la topologie	S'adapte automatiquement aux modifications apportées à la topologie	Intervention de l'administrateur requise
Évolutivité	Idéal pour les topologies simples et complexes	Idéal pour les topologies simples
Sécurité	Moins sécurisé	Plus sécurisé
Utilisation de la ressource	Utilise l'UC, la mémoire, la bande passante de la liaison	Aucune ressource supplémentaire n'est requise
Prévisibilité	La route dépend de la topologie actuelle	La route menant à la destination est toujours la même

Classification Routage Dynamique



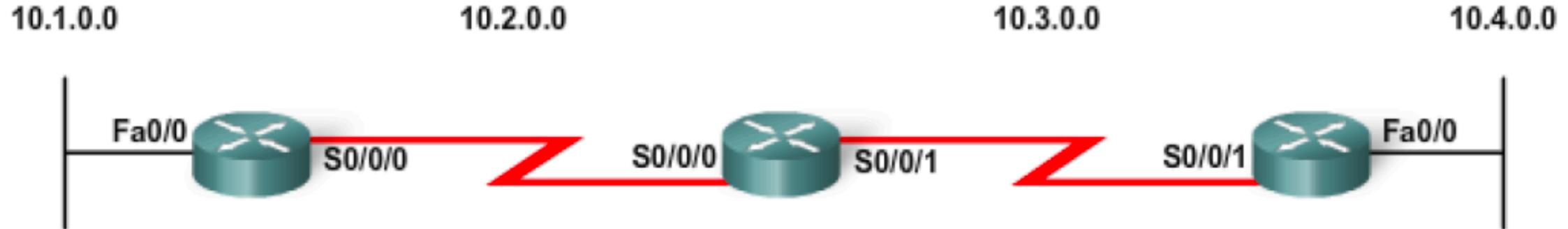
Protocoles Vecteur de Distance - RIP

- Un protocole de routage de type vecteur de distance choisit le meilleur chemin vers un réseau de destination en se basant sur le nombre de sauts.
- Protocole de routage standard de deux versions.
- 120 est sa valeur de distance administrative.
- Il met à jour la table de routage en entier, régulièrement et en diffusion.
- Implémentation et maintenance simples.
- Cette méthode sollicite plus de ressources par rapport au routage statique.

Distance administrative

Origine de la route	Distance administrative
Connecté	0
Statique	1
Résumé de routes EIGRP	5
BGP externe	20
EIGRP interne	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP externe	170
BGP interne	200

Algorithme d'échanges de mises à jour

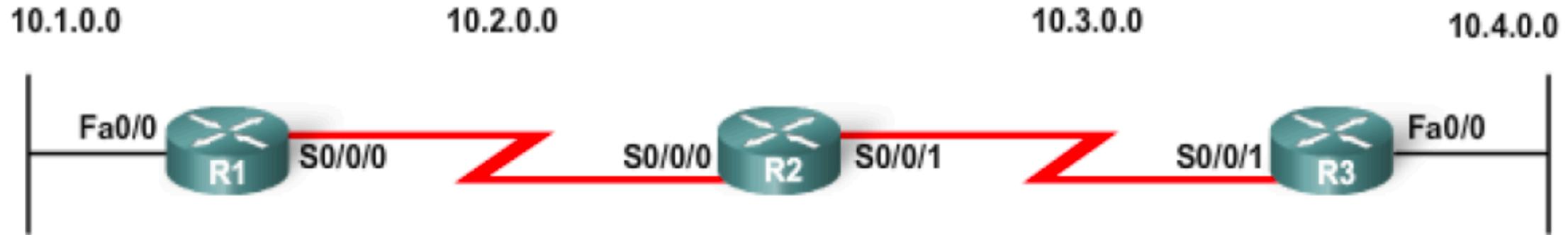


Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

Algorithme d'échanges de mises à jour

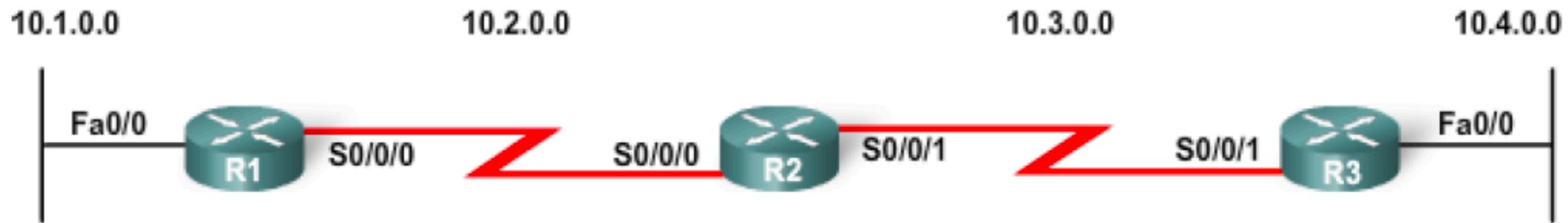


Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/0	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1

Algorithme d'échanges de mises à jour



Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/0	2

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

Limites du protocole RIP

- Le RIPv1 :
 - Ne supporte pas les sous-réseaux discontinus
 - Ne supporte pas le VLSM
 - N'envoie pas le masque de sous-réseau à même les mises à jour de routage
 - Les mises à jour de routage sont en diffusion.

Limites du protocole RIP

- Le RIPv1 :
 - Ne supporte pas les sous-réseaux discontinus
 - Ne supporte pas le VLSM
 - N'envoie pas le masque de sous-réseau à même les mises à jour de routage.
 - Les mises à jour de routage sont en diffusion.
- Le RIPv2 :
 - Protocole de routage *classless*.
 - Le masque de sous-réseau est inclus dans les mises à jour.
 - Les mises à jour sont en multidiffusion.
 - L'utilisation de l'authentification est possible.

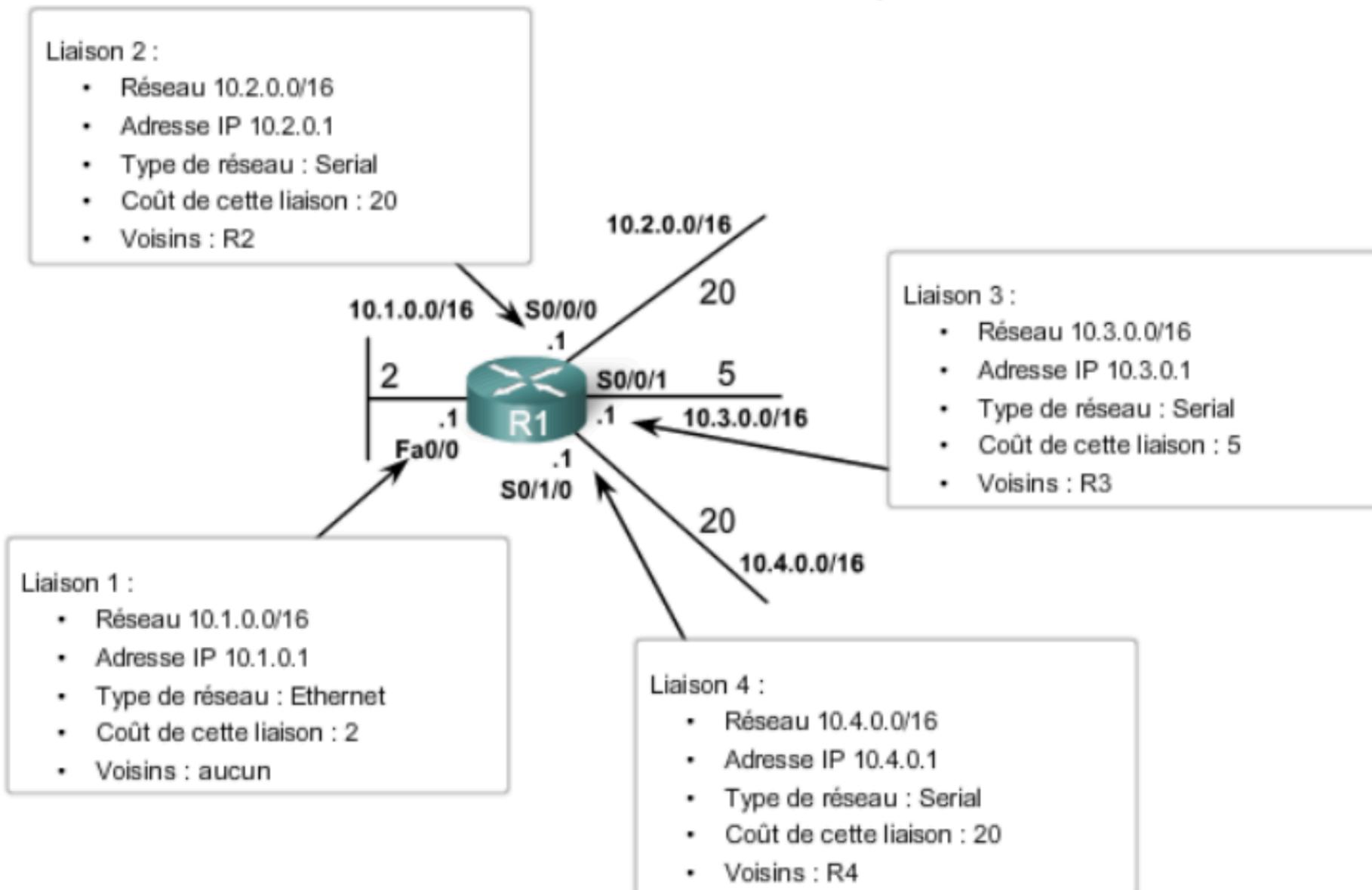
Protocoles Etats des Liaisons - OSPF

- Ils sont également appelés protocoles SPF (***Shortest path first***).
- Ils ont la réputation d'être beaucoup plus complexes que leurs équivalents à vecteur de distance
- Cependant, la fonctionnalité et la configuration de base de ces protocoles de routage ne sont pas complexes du tout.
- Une liaison désigne une interface de routeur.
- Les informations relatives à une liaison incluent :
 - adresse IP et masque de sous-réseau de l'interface
 - type de réseau
 - cout de la liaison
 - éventuels routeurs voisins sur cette liaison
- Le protocole OSPF a comme mesure : 110

Protocoles Etats des Liaisons - OSPF

Type de réseau	Coût par défaut
FDDI, FastEthernet	1
Ethernet 10 Mbps	10
E1 (2,048 Mbps)	48
T1 (1,544 Mbps)	65
64 Kbps	1562
56 Kbps	1758
19.2 Kbps	5208

Protocoles Etats des Liaisons - OSPF



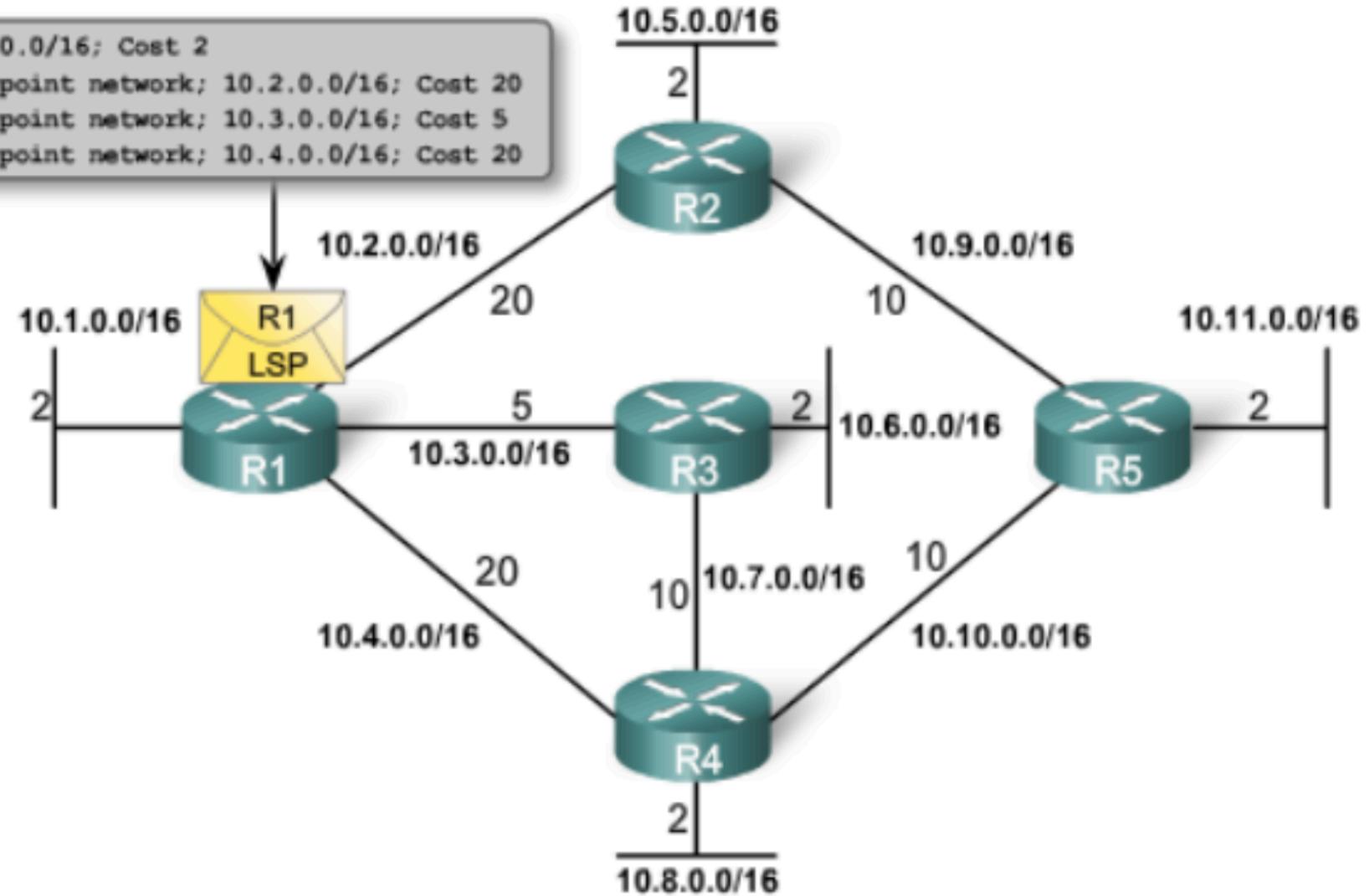
Calcul du meilleur chemin - OSPF

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



Paquet LSP - OSPF

- Chaque routeur diffuse ses informations d'états des liaisons.
- Lorsqu'un routeur reçoit un LSP d'un routeur du voisinage, il l'envoie immédiatement à toutes les autres interfaces, à part celle par laquelle qui l'a reçu.
- Les LSP n'ont pas besoin d'être envoyés de façon périodique.
- Un LSP doit être envoyé uniquement :
 - lors du démarrage initial du routeur ou du lancement du processus de protocole de routage sur ce routeur
 - lorsque la topologie a été modifiée.

Création d'une BD des LSP - OSPF

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

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

Création d'une BD des LSP - OSPF

Base de données de l'état des liaisons R1

Etats 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

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

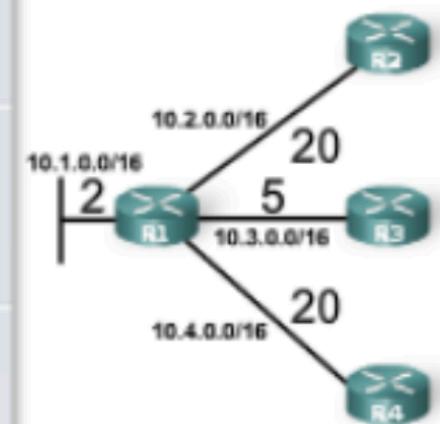
Paquets LSP de R4 :

- 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



Création d'une BD des LSP - OSPF

Base de données de l'état des liaisons R1

Etats 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

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

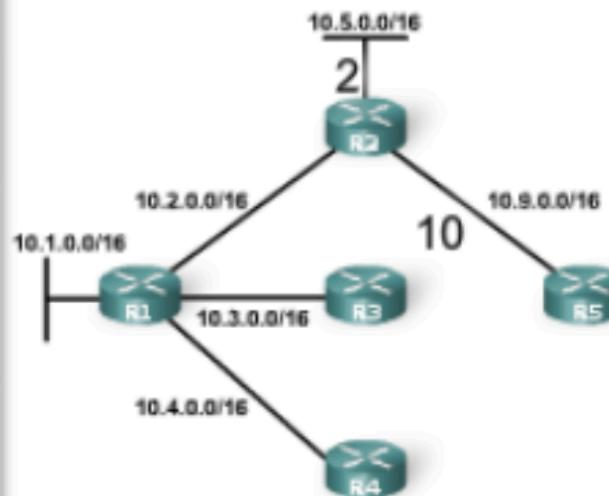
Paquets LSP de R4 :

- 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

Traitement des paquets LSP de R2



Création d'une BD des LSP - OSPF

Base de données de l'état des liaisons R1

Etats 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

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

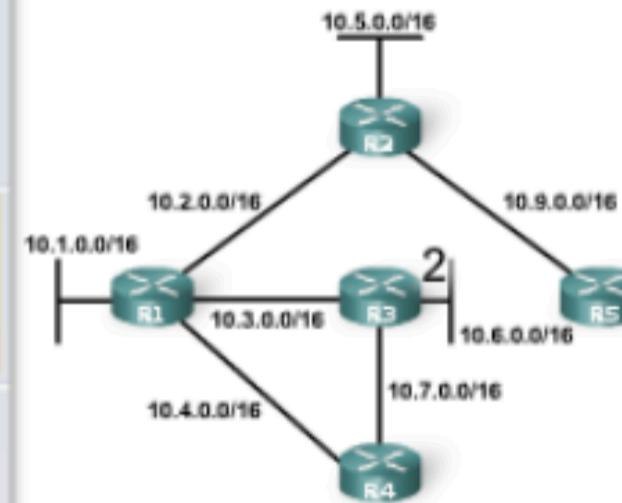
Paquets LSP de R4 :

- 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

Traitement des paquets LSP de R3



Création d'une BD des LSP - OSPF

Base de données de l'état des liaisons R1

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

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

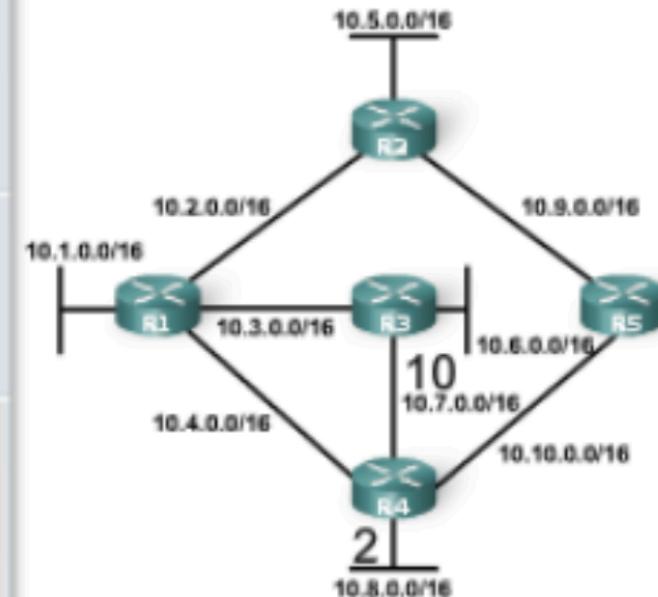
Paquets LSP de R4 :

- 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

Traitement des paquets LSP de R4



Création d'une BD des LSP - OSPF

Base de données de l'état des liaisons R1

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

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

Traitement des paquets LSP de R5

