

## 5 TP 05 – INTERCONNEXION DES RESEAUX / ROUTAGE STATIQUE ET DYNAMIQUE

Les trois principaux objectifs de ce TP sont :

- La configuration de l'interconnexion des différents réseaux en utilisant des routeurs (adressage IP, sous réseaux, passerelle, etc.).
- La configuration du routage statique.
- La configuration du routage dynamique à l'aide du protocole RIP.

Toujours en utilisant le simulateur Packet Tracer.

### 5.1 PREREQUIS

Ce TP nécessite d'avoir déjà pris contact avec Packet tracer (c.-à-d. réalisation du TP n°04). Aussi, il nécessite d'avoir des connaissances théoriques sur l'adressage IP (les classes des adresses IP, le découpage en sous réseaux, le masque de sous réseau, etc.), ainsi que sur le fonctionnement des algorithmes de routage.

### 5.2 COMMANDES DE BASE POUR CONFIGURER UN SWITCH/ROUTEUR CISCO

Le tableau ci-dessous liste les principales commandes nécessaires pour la configuration de l'interconnexion des réseaux :

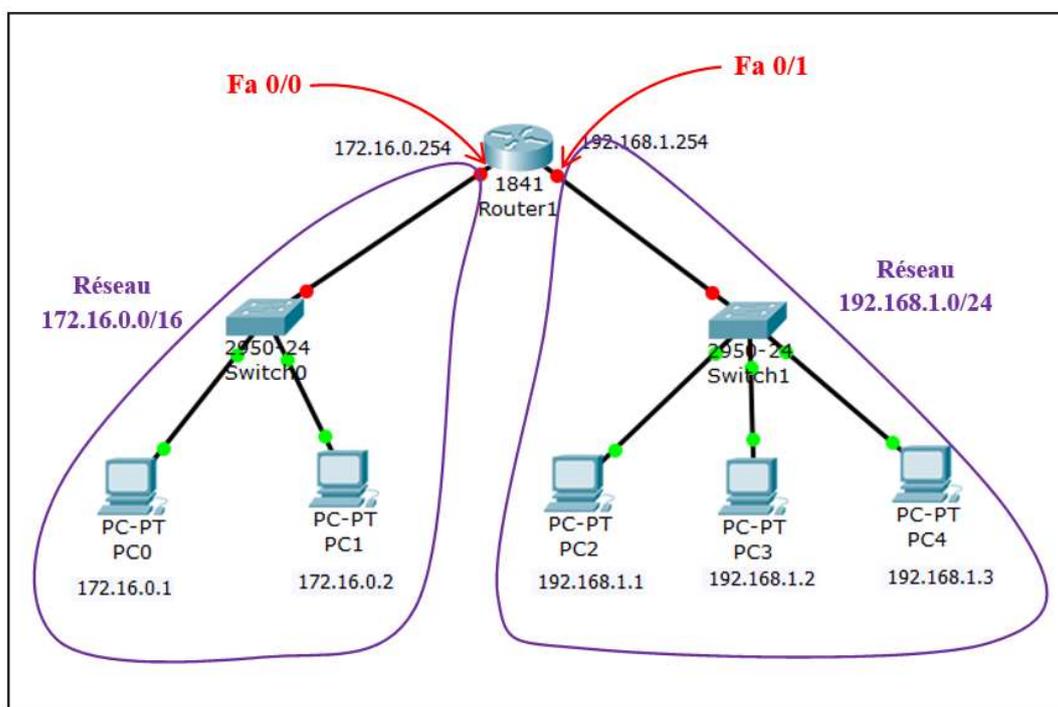
Commande	Rôle
<b>Enable</b>	passer au mode administrateur sur l'équipement.
<b>Exit</b>	Quitter le mode administrateur
<b>configuration terminal</b>	passer au mode de configuration globale qui permet de modifier la configuration de l'équipement
<b>show interfaces</b>	Afficher les interfaces réseaux de l'équipement.
<b>show ip interfaces brief</b>	Afficher la configuration ip des interfaces de l'équipement.
<b>show ip route</b>	Afficher la table de routage du routeur.
<b>show running-config</b>	Afficher la configuration globale de l'équipement
<b>interface fastEthernet o/o</b>	Se place sur l'interface fastEthernet o/o pour la configurer.
<b>ip address 192.168.1.1 255.255.255.0</b>	Attribuer l'adresse IP 192.168.1.1/24 à l'interface réseau.
<b>no shutdown</b>	Permet d'activer une interface.
<b>ip route</b>	Accéder à la configuration du routage
<b>ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.0.1</b>	Configuration d'une route par défaut avec pour next-hop l'interface 172.16.0.1
<b>ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.0.1</b>	Configuration d'une route vers le réseau 192.168.1.0/24 avec pour next-hop l'interface 172.16.0.1
<b>ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 Fa1/o</b>	On peut configurer la route en précisant l'interface de sortie sur le routeur, Fa1/o, au lieu de l'adresse IP du next-hop.
<b>router rip</b>	Accéder à la configuration du routage dynamique en utilisant l'algorithme RIP.
<b>network 192.168.1.0</b>	Ajouter une route vers le réseau 192.168.1.0 en utilisant RIP

Noter que :

- 1) La majorité des commandes peuvent être abrégées, par exemple « enable » → « en », « configuration terminal » → « conf t », etc.
- 2) Quand on n'est pas sûr de la syntaxe de la commande, on peut taper le début de la commande, et faire « Tabulation » pour que le système nous donne la syntaxe correcte de la commande. Par exemple : « en » + « Tabulation » → « enable ».
- 3) Pour demander de l'aide (le help), on tape « ? », et pour le quitter, on tape « x ».

### 5.3 INTERCONNEXION DES RESEAUX

Soit à configurer le réseau de la Figure 16. Ce réseau est constitué de l'interconnexion de deux réseaux locaux LAN<sub>1</sub> et LAN<sub>2</sub> dont les adresses IP sont 172.16.0.0 et 192.168.1.0, respectivement. Les deux réseaux sont interconnectés par un routeur ; le LAN<sub>1</sub> est connecté via l'interface FastEthernet 0/0 (notée Fa 0/0) et LAN<sub>2</sub> via l'interface FastEthernet 0/1 (notée Fa 0/1).



**Figure 18.** Un réseau constitué de l'interconnexion de deux réseaux LAN

#### 5.3.1 Configuration IP des interfaces réseaux

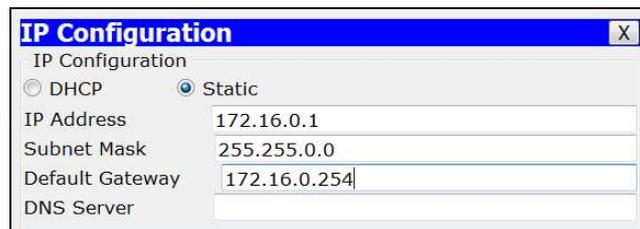
Chaque carte réseau, celles des PC et aussi celles des routeurs, doivent avoir une adresse IP. L'interface du routeur prend une adresse IP dans le réseau LAN à laquelle elle est connectée (car elle est considérée comme une interface de ce réseau).

Pour la notation de l'adresse IP, on utilise le format xx.xx.xx.xx/yy qui veut dire que yy bits sont réservés à la partie réseau. Ainsi, l'@IP 192.168.1.0/24 désigne l'adresse réseau 192.168.1.0 qui contient  $2^8-2 = 254$  machines possibles (on supprime toujours l'adresse du réseau lui-même et l'adresse de diffusion).

Rappeler que L'adresse de la passerelle (Gateway) est l'adresse de l'interface via laquelle le réseau est connecté aux autres réseaux, c'est-à-dire c'est l'interface par laquelle un paquet va sortir pour rejoindre le réseau externe. On commence par configurer les réseaux locaux (les PC) en suite les routeurs :

### 5.3.1.1 Configuration des interfaces PC

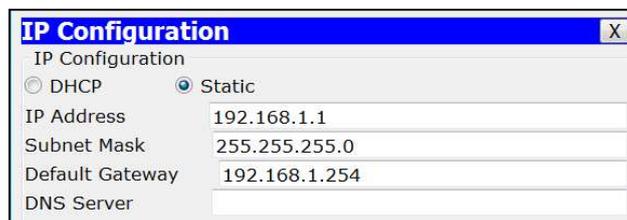
Cliquer sur le PC et choisir l'onglet « Desktop ». Puis cliquer sur « IP configuration ». Pour le premier PC du réseau 172.16.0.0/16, réaliser la configuration suivante :



IP Configuration	
IP Configuration	
<input type="radio"/> DHCP	<input checked="" type="radio"/> Static
IP Address	172.16.0.1
Subnet Mask	255.255.0.0
Default Gateway	172.16.0.254
DNS Server	

La passerelle pour ce réseau est l'interface Fa 0/0 du routeur dont l'adresse est 172.16.0.254. Faire de même pour le reste des PCs de ce réseau.

Pour un PC du réseau 192.168.1.0/24, faire ceci :



IP Configuration	
IP Configuration	
<input type="radio"/> DHCP	<input checked="" type="radio"/> Static
IP Address	192.168.1.1
Subnet Mask	255.255.255.0
Default Gateway	192.168.1.254
DNS Server	

La passerelle pour ce réseau est l'interface Fa 0/1 du routeur dont l'adresse est 192.168.1.254. Faire de même pour le reste des PCs.

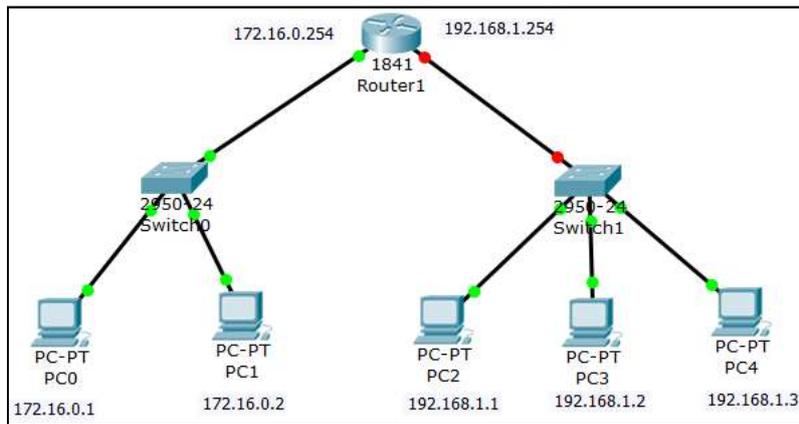
### 5.3.1.2 Configuration des interfaces du routeur

Le routeur doit être configuré pour qu'il sache qu'il est connecté au réseau « 172.16.0.0 » via son interface FastEthernet 0/0, et avec le réseau « 192.168.1.0 » via son interface FastEthernet 0/1.

Cliquer sur le routeur, et choisir l'onglet CLI, pour « Command-Line Interface ». L'invite « Router> » s'ouvre permettant l'utilisation des lignes de commandes pour configurer chacune des interfaces du routeur. Pour l'interface Fa 0/0, procéder ainsi :

```
Router> enable
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.0.254 255.255.0.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Router(config-if)#exit
```

Remarquer que les interfaces, routeur et switch, dans le réseau LAN<sub>1</sub> sont devenues verts après la configuration, ce qui signifie que la configuration est bonne. La partie LAN<sub>2</sub>, elle est en rouge ce qui veut dire qu'elle n'est pas encore configurée ou que la configuration n'est pas bonne (voir Figure 17).



**Figure 19.** Configuration des interfaces réseaux du routeur.

Maintenant, pour configurer l'interface Fa 0/1, procéder de la même façon :

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

Pour sauvegarder la configuration :

```
Router# copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
Router#
```

### 5.3.1.3 Teste de la configuration :

Pour tester la configuration du réseau, on lance un ping d'un PC du réseau LAN<sub>1</sub> vers un PC du réseau LAN<sub>2</sub> (ou inversement). Dans PC<sub>0</sub> du réseau 172.16.1.0/16 lancer la commande « ping 192.168.1.1 » :

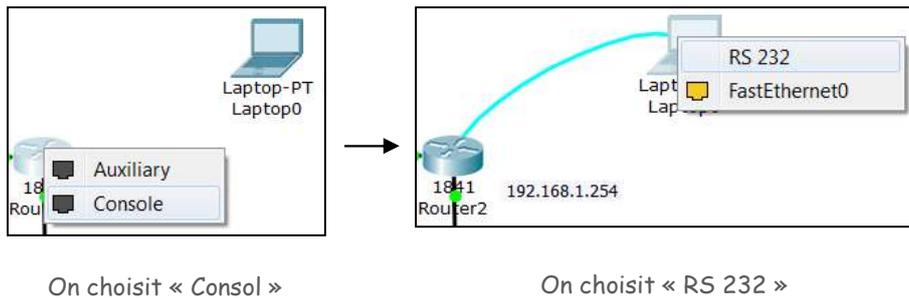
```
Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=127
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=12ms TTL=127
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 12ms, Average = 3ms
```

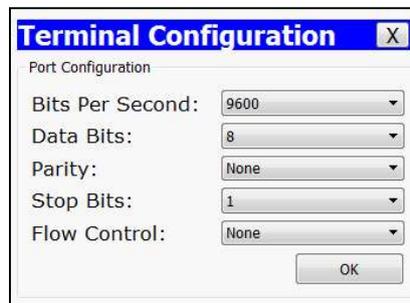
La connexion est établie et le réseau est bien configuré.

Il est possible de visualiser le ping en mode « Simulation » pour voir la route empruntée par les paquets.

**N.B.** La configuration peut être faite comme dans la réalité à l'aide d'un ordinateur. Pour cela, ajouter un ordinateur, par exemple un Laptop, et relier-le au routeur à l'aide d'un câble « console », ainsi :



Clique sur le Laptop et choisir l'onglet « Desktop ». Lancer le « Terminal » et valider par « OK » la configuration du terminal :



La même interface que celle du routeur « CLI » s'ouvrira.

### 5.3.2 Configuration du routage statique

Le routage est une fonctionnalité d'acheminement assurée à travers les réseaux. Pour pouvoir l'étudier, on change la configuration du réseau précédent comme suit. On ajoute un deuxième routeur de tel sorte qu'il y aura trois réseaux LAN interconnectés ; les deux réseaux LAN<sub>1</sub> et LAN<sub>2</sub> deviennent interconnectés à travers le réseau 10.0.0.1/8 (voir Figure 15).

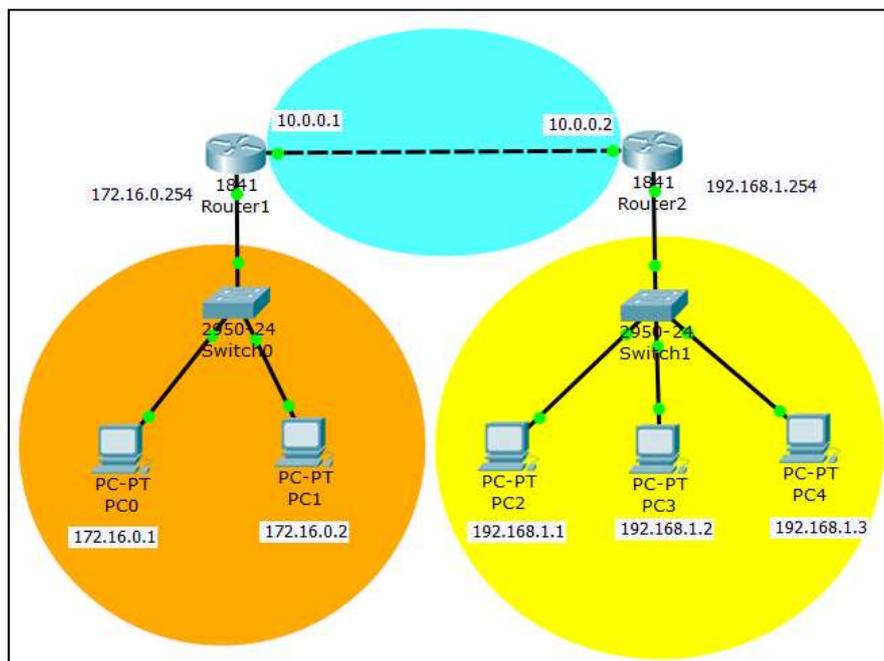


Figure 20. Interconnexion de trois réseaux LAN.

On configure les interfaces des routeurs en prenant en considération cette fois-ci l'ajout d'un troisième réseau LAN. Pour ce faire, on configure la nouvelle interface du routeur 1 connectée au réseau 10.0.0.0. Ensuite, on configure les interfaces du routeur 2 comme présentée précédemment.

### 5.3.2.1 Configuration du routeur 1

Changer l'interface Fa 0/A pour qu'elle soit connectée au réseau 10.0.0.0 au lieu de 192.168.1.0 en lui attribuant une adresse dans le nouveau réseau, à savoir 10.0.0.0.

```
Router# show ip interface brief
Interface IP-Address OK? Method Status Protocol
FastEthernet0/0 172.16.0.254 YES manual up up
FastEthernet0/1 192.168.1.254 YES manual up up
Vlan1 unassigned YES unset administratively down down
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface fastEthernet 0/1
Router(config-if)#ip add
Router(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router# copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
Router#
```

L'interface à changer

### 5.3.2.2 Configuration du routeur 2

On attribue l'adresse 10.0.0.2 à l'interface Fa 0/0 et l'adresse 192.168.1.254 à l'interface Fa 0/1 (voir Figure 18), et on suit la même procédure que celle suivie pour le routeur 1.

### 5.3.2.3 Configuration des tables de routage

Si on fait un ping du PCo du réseau 172.16.0.0/16 vers le PCo du réseau 192.168.1.0/24, on aura :

```
PC>ping 192.168.1.1
Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.0.254: Destination host unreachable.

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

Le réseau 172.16.0.0 ne peut pas communiquer avec le réseau 192.168.1.0 car la communication ne se fait pas directement (comme le cas du réseau précédent connectant seulement les réseaux LAN<sub>1</sub> et LAN<sub>2</sub>), elle se fait maintenant à travers le réseau 10.0.0.0/8, et le routeur n'est pas configuré pour le savoir.

Doc, on doit configurer les routes permettant de faire communiquer le réseau 172.16.1.0/16 avec le réseau 192.168.1.0/24.

On commence par configurer les routes sur le routeur 1. Pour cela, on ajoute une route vers 192.168.1.0/24 à travers le next-hop dont l'adresse est 10.0.0.2:

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.0.2
Router(config)#exit
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

On peut visualiser la nouvelle table de routage :

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D-EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1-OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1-OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i-IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set

C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
C 172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
S 192.168.1.0/24 [1/0] via 10.0.0.2
Router#
```

La route ajoutée

Maintenant on configure les routes sur le routeur 2. Pour cela, on ajoute une route vers 172.16.0.0/16 à travers le next-hop dont l'adresse est 10.0.0.1:

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 10.0.0.1
Router(config)#exit
Router#
```

La nouvelle table de routage du routeur 2 est :

```
Router# show ip route
Gateway of last resort is not set
```

```
C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
S 172.16.0.0/16 [1/0] via 10.0.0.1
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
Router#
```

La liaison entre les deux réseaux peut être testée avec un ping entre le PCo du réseau 172.16.0.0/16 et le PCo du réseau 192.168.1.0/24 :

```
PC>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=126
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=126
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

#### 5.3.2.4 La route par défaut

Lorsque le routeur doit pouvoir accéder à un serveur (internet, DNS, de fichiers, etc.) ou autre réseau qui lui sont inconnus, il faut lui référencer une route par défaut. La route par défaut indique au routeur un chemin de dernier secours. Pour ce faire, on utilise la commande :

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 next-hop
```

### 5.3.3 Configuration du routage dynamique

L'inconvénient du routage statique est qu'il ne s'adapte pas automatiquement au changement de topologie lors d'un incident, par exemple la panne d'une route. Pour cela, on fait recours au routage dynamique.

Dans ce qui suit, on configure le routage dynamique pour le même réseau précédent. Premièrement on vide les tables de routage, et pour ce faire on supprime les routes une par une comme suit :

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.0.2
Router(config)#exit
```

On le fait pour toutes les routes des deux routeurs.

#### 5.3.3.1 Algorithme de routage

Il existe plusieurs algorithmes de routage qui se diffèrent par leur principe de fonctionnement, ainsi que la métrique utilisée pour le choix d'un chemin entre la source et la destination. Une des classes est celle dite à « Vecteur de distance ». Les algorithmes de cette classe utilisent comme métrique le nombre de saut pour le choix du meilleur chemin entre deux équipements. L'algorithme représentant de cette classe est le Routing Information Protocol (RIP).

C'est cet algorithme qu'on va utiliser pour réaliser un routage dynamique dans le réseau. Noter que cet algorithme est installé par défaut dans les routeurs Cisco.

### 5.3.3.2 Configuration du RIP

Pour chaque routeur, on configure le routage dynamique en utilisant l'algorithme RIP à l'aide de la commande « router rip ». Ensuite, pour chaque interface du routeur on ajoute la route vers le réseau LAN connecté à cette interface à l'aide de la commande « network ».

*Pour le routeur 1 :*

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router rip
Router(config-router) # network 172.16.0.0
Router(config-router) # network 10.0.0.0
Router(config)#exit
Router#
```

*Pour le routeur 2 :*

```
Router# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router rip
Router(config-router) # network 10.0.0.0
Router(config-router) # network 192.168.1.0
Router(config)#exit
Router#
```

La visualisation de la table de routage du routeur 1 donne :

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D-EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
      :
Gateway of last resort is not set

C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
C 172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Il n'y a que deux entrées.

On teste la connexion entre les deux réseaux 172.16.0.0 et 192.168.1.0. Du PCo du réseau 172.16.0.0 lancer :

```
PC>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=126
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=126
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=0ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

La table du routage du routeur 1 donne :

```
Router# show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M -
      .
Gateway of last resort is not set
C 10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
C 172.16.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
R 192.168.1.0/24 [120/1] via 10.0.0.2, 00:00:16, FastEthernet0/1
Router#
```

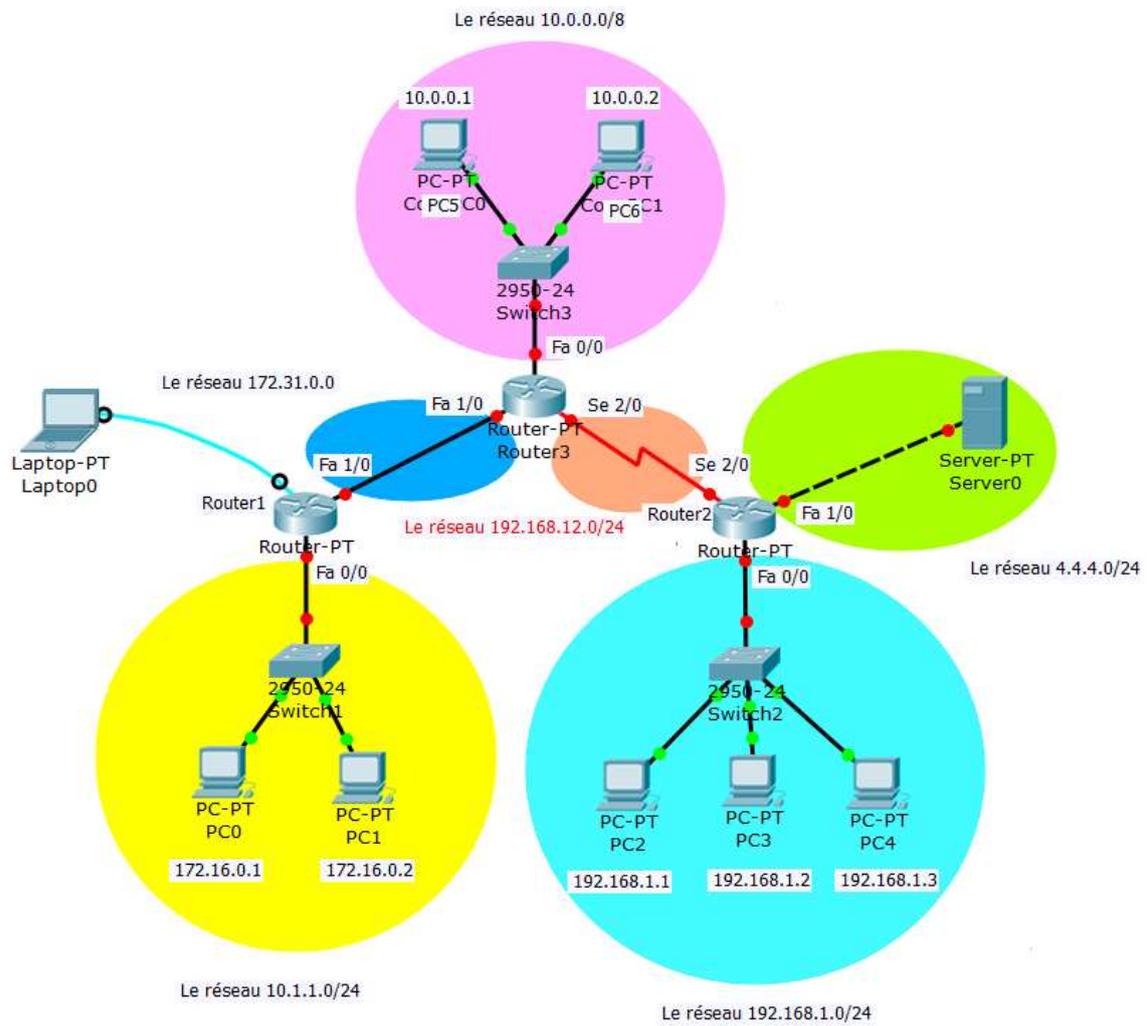
La route ajoutée

Remarquer qu'une route vers le réseau 192.168.1.0 est ajoutée, ceci est grâce à l'exécution de l'algorithme RIP par les routeurs 1 et 2 (ils échangent leurs tables de routage et les mettent à jour).

**5.4 TRAVAIL DEMANDE**

Configurer et mettre en marche le réseau suivant (voir Figure 16). Pour le routage, utiliser dans un premier lieu le routage statique, et puis configurer le routage dynamique à l'aide du RIP :

Equipement	Interface	@IP
Routeur 1	Fa 0/0	172.16.254.254/16
	FA 1/0	172.31.0.1/16
Routeur 2	Fa 0/0	192.168.1.254/24
	FA 1/0	4.4.4.0/24
	Se 2/0	192.168.12.1/24
Routeur 3	Fa 0/0	10.254.254.254/8
	FA 1/0	172.31.0.2/16
	Se 2/0	192.168.12.2/24
	PC0	172.16.0.1/16
	PC1	172.16.0.2/16
	PC2	192.168.1.1/24
	PC3	192.168.1.2/24
	PC4	192.168.1.3/24
	PC5	10.0.0.1/8
	PC6	10.0.0.2/8
	Serveur	4.4.4.4/24



**Figure 21.** Réseau WAN constitué de l'interconnexion de six réseaux LAN.