

TP3 : Routage statique-dynamique

Ivan KRIVOKUCA / Abdel-Malik FOFANA

PARTIE 1 : MISE EN ŒUVRE DU ROUTAGE STATIQUE

1.1 Identifier les interfaces disponibles sur le routeur. A quoi correspond chaque interface ? Affichez l'état des interfaces Ethernet et serial. Quelle est la configuration qui s'exécute actuellement au niveau du routeur ? Donnez les différents protocoles de routage de niveau 3 supportés par votre routeur ?

1.2 Quel est le rôle de la table de routage d'un routeur et le rôle de la table ARP ? Afficher la table de routage actuelle de votre routeur. Donnez la table ARP actuelle

1.3 Utilisez les commandes du routeur pour configurer les interfaces Ethernet du routeur selon le schéma indiqué par la Figure 1.

1.4 Vérifier la configuration opérationnelle en affichant le fichier correspondant. Est-ce que la commande show configuration donne les mêmes réponses? Pourquoi ?

1.5 Pourquoi est-il nécessaire d'avoir dans le câble série une partie DCE et une autre partie DTE ?

Configurer l'adresse IP de chaque interface du routeur reliée au câble WAN ? Vérifier qu'elle n'est pas hors service (shutdown).

1.6 En cas d'erreur, trouver la solution et valider la communication entre les LANs. Lancer la capture des trames. Du PC connecté au LAN du routeur DCE, lancer un ping sur un PC du LAN d'en face. Est-ce que le ping a fonctionné ? Si oui, donner et expliquer la synoptique de l'échange entre les deux stations.

1.7 Que contient la table ARP ?

Vérifier et donner les tables de routage sur votre routeur ?

PARTIE 2 : MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE RIP

2.1 Configurez le routage RIP sur tous les routeurs et spécifiez les adresses réseaux concernés par le routage RIP.

2.2 Vérifiez la configuration du routage RIP. Affichez de nouveau la table de routage de chaque routeur et expliquez les informations obtenues.

2.3 Vérifiez que les interfaces appropriées envoient et reçoivent des mises à jour RIP : Que le routeur annonce les réseaux appropriés, que les voisins RIP envoient des mises à jour. Affichez les messages RIP échangés en utilisant la commande debug ip rip. A partir de cet échange, quelle fonction est active pour réduire le temps de convergence de la table de routage ?

2.4 Observez les paquets RIP qui circulent sur le réseau LAN en mode simulation. Détaillez le contenu des entêtes RIP, UDP, IP.

2.5 Indiquez le chemin entre votre LAN et un LAN opposé. Lancez un ping en boucle entre votre PC et le PC du LAN opposé. Débranchez un câble d'une liaison Serial (du chemin utilisé par défaut). Mesurez le temps de convergence de RIP pour basculer sur le nouveau réseau. Interprétez les résultats Supprimez la configuration RIP sur votre routeur Vérifiez que les tables ne contiennent que les réseaux auxquels ils sont directement connectés.

4. PARTIE 3 : MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE OSPF

3.1 A cette étape désactiver le routage par RIP. Vérifier la connectivité dans les différents réseaux en utilisant ping. Affichez la table de routage initiale, commentez.

3.2 Configurez le routage OSPF sur votre routeur et attribué la valeur 1 au process-ID. Spécifiez les adresses réseaux concernés par le routage OSPF. N'oubliez pas de spécifiez l'adresse de netmask correspondant, appelé masque-générique ; Un masque générique est considéré comme l'inverse d'un masque de sous-réseau. L'inverse du masque de sous-réseau 255.255.255.252 est 0.0.0.3. Pour calculer le masque générique, soustrayez le masque de sous-réseau de masque 255.255.255.255.

3.3 Vérifiez la configuration du routage OSPF. sh ip protocols Quels sont les identificateurs des routeurs OSPF ?

3.4 Affichez de nouveau la table de routage de chaque routeur et expliquez les informations obtenues. Affichez les voisins de votre routeur, commande sh ip ospf neighbor.

3.5 Observez les paquets OSPF qui circulent sur le réseau LAN. Quels sont les messages échangés. Détaillez le contenu de ces messages.

3.6 Indiquez le chemin entre votre LAN et un LAN opposé.

3.7 Quel est le cout affecté à chaque liaison reliée à votre routeur. Lancez une auto capture en mode simulation. Modifiez les coûts des différentes liaisons en modifiant la bande passante associée à chaque lien (256kbs, 128kbs, 64kbs). Observez les messages échangés. Quel est de nouveau le chemin utilisé entre votre LAN et un LAN opposé (idem question 3.7)

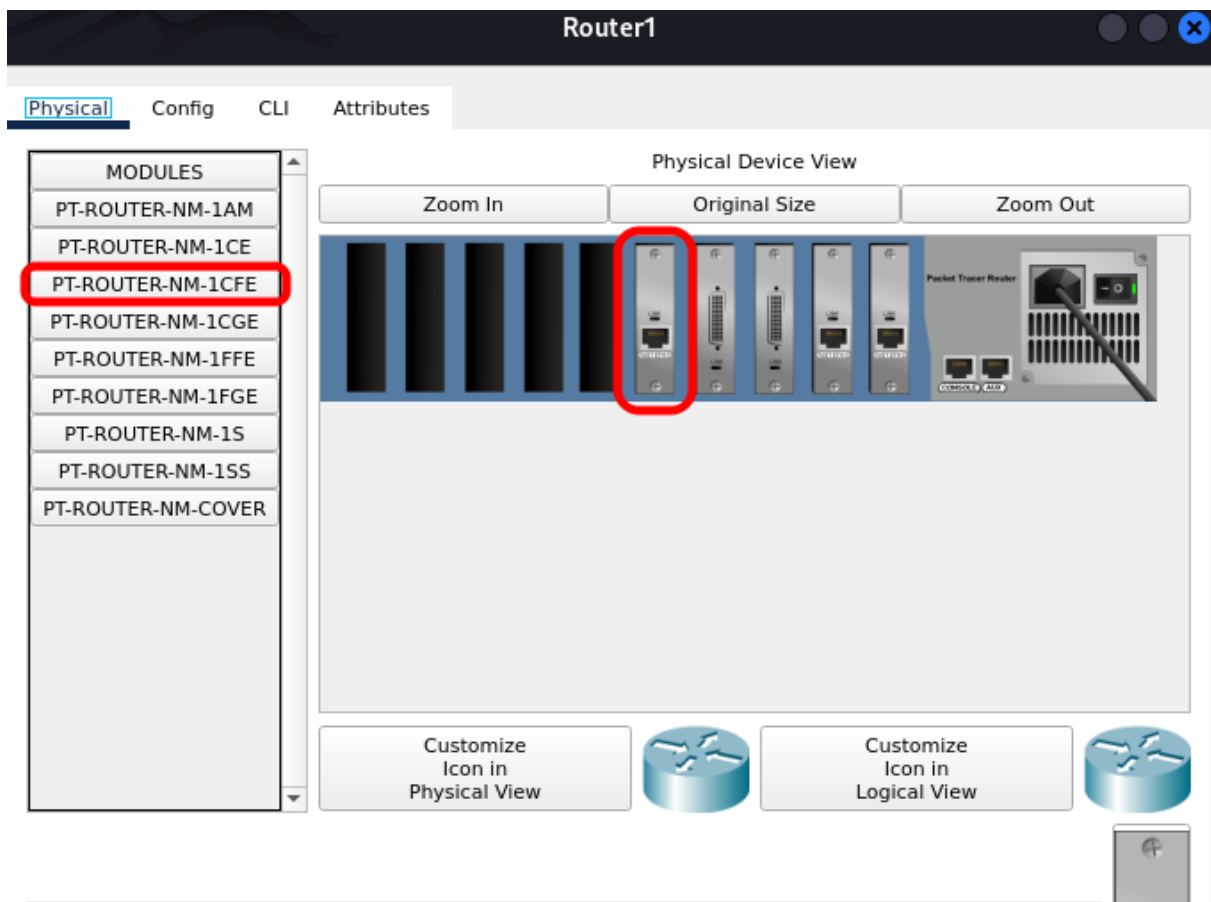
3.8 Lancez un ping en boucle entre votre PC et le PC du LAN opposé. Lancez une capture en mode simulation. Débranchez un câble d'une liaison Serial (du chemin utilisé par défaut). Mesurez le temps de convergence d'OSPF pour basculer sur le nouveau réseau.

PARTIE 1 : MISE EN ŒUVRE DU ROUTAGE STATIQUE



Sur le routeur "Routeur-PT", on ajoute le module "PT-ROUTER-NM-1CFE" pour avoir une nouvelle interface FastEthernet.

Tout d'abord on a ajouté un module à nos 2 routeurs comme ceci pour pouvoir mettre les interfaces 192.168.40.X :



1.1 Identifier les interfaces disponibles sur le routeur. A quoi correspond chaque interface ? Affichez l'état des interfaces Ethernet et serial. Quelle est la configuration qui s'exécute actuellement au niveau du routeur ? Donnez les différents protocoles de routage de niveau 3 supportés par votre routeur ?

```
Router#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          192.168.10.1    YES NVRAM    up          up
FastEthernet1/0          192.168.10.129  YES NVRAM    up          up
Serial2/0                 192.168.30.1    YES NVRAM    up          up
Serial3/0                 unassigned      YES NVRAM    administratively down down
FastEthernet4/0          192.168.40.2    YES manual  up          up
```

A quoi correspond chaque interface:

- *Fa0/0, Fa1/0* sur LAN1 et LAN2 sont des interfaces de type *FastEthernet* connectées aux ordinateurs du réseau local (qui sont dans des LANs).
- *Serial2/0* est une interface de type Serial qui est utilisé pour la connexion entre routeurs. De plus, une autre interface *Fa4/0* a été ajouté pour être connecté entre routeur.

Configuration actuelle du routeur:

Commande `show running-config`

```
Router#show running-config
Building configuration...
Current configuration : 912 bytes
version 12.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Router
!
ip cef
no ipv6 cef
!
interface FastEthernet0/0
```

```

ip address 192.168.10.1 255.255.255.128
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet1/0
ip address 192.168.10.129 255.255.255.128
duplex auto
speed auto
!
interface Serial2/0
ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
clock rate 2000000
!
interface Serial3/0
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
interface FastEthernet4/0
ip address 192.168.40.2 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
ip classless
ip route 192.168.20.0 255.255.255.128 192.168.30.2
ip route 192.168.20.0 255.255.255.128 Serial2/0
ip route 192.168.20.128 255.255.255.128 Serial2/0
!
ip flow-export version 9
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
end

```

Les protocoles de routage de niveau 3 compris par le routeur sont :

```
Router(config)#router ?
  bgp      Border Gateway Protocol (BGP)
  eigrp     Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)
  ospf      Open Shortest Path First (OSPF)
  rip       Routing Information Protocol (RIP)
```

- Routing Information Protocol (RIP)
- Open Shortest Path First (OSPF)
- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)
- Border Gateway Protocol (BGP)

1.2 Quel est le rôle de la table de routage d'un routeur et le rôle de la table ARP ?

**Afficher la table de routage actuelle de votre routeur.
Donnez la table ARP actuelle**

La table de routage est utilisée par le routeur pour déterminer le chemin le plus court vers une destination particulière. Elle contient des informations sur les différents réseaux accessibles, les interfaces auxquelles ils sont connectés. Lorsqu'un paquet arrive sur le routeur, il consulte sa table de routage pour savoir où transmettre le paquet.

La

table ARP associe les adresses IP aux *adresses MAC* des équipements connectés au réseau local. Lorsqu'un routeur doit transmettre un paquet à un équipement sur le même réseau, il utilise la *table ARP* pour déterminer l'*adresse MAC* de destination correspondant à l'adresse IP de destination. Si l'*adresse MAC* n'est pas trouvée dans la *table ARP*, le routeur envoie une requête *ARP* pour demander l'*adresse MAC* correspondante.

Table de routage avec la commande `show ip route` :

```

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

    192.168.10.0/25 is subnetted, 2 subnets
C      192.168.10.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      192.168.10.128 is directly connected, FastEthernet1/0
    192.168.20.0/25 is subnetted, 2 subnets
S      192.168.20.0 [1/0] via 192.168.30.2
                is directly connected, Serial2/0
S      192.168.20.128 is directly connected, Serial2/0
C      192.168.30.0/24 is directly connected, Serial2/0

```

Table ARP avec la commande `show arp` :

```

Router#show arp

```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	192.168.10.1	-	00D0.BC93.8090	ARPA	FastEthernet0/0
Internet	192.168.10.129	-	0040.0BB9.B678	ARPA	FastEthernet1/0

1.3 Utilisez les commandes du routeur pour configurer les interfaces Ethernet du routeur selon le schéma indiqué par la Figure 1.

```

Router(config)#interface FastEthernet0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.128
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.128
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.10.129 255.255.255.128
Router(config-if)#ip address 192.168.10.129 255.255.255.128
Router(config-if)#

```

Les commandes effectués pour configurer les interfaces

1.4 Vérifier la configuration opérationnelle en affichant le fichier correspondant. Est-ce que la commande `show configuration` donne les mêmes réponses? Pourquoi ?

En vérifiant la *table de routage* et le fichier *running-config*, on remarque tout fonctionne correctement.

```

Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, 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

192.168.10.0/24 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/25 is directly connected, FastEthernet0/0
L       192.168.10.1/32 is directly connected, FastEthernet0/0
C       192.168.10.128/25 is directly connected, FastEthernet0/1
L       192.168.10.129/32 is directly connected, FastEthernet0/1

```

```

!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.10.1 255.255.255.128
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.10.129 255.255.255.128
duplex auto
speed auto
!

```

La commande `show configuration` donne les mêmes réponses qui sont identiques car aucune des configurations appliquées n'ont été sauvegardées.

1.5 Pourquoi est-il nécessaire d'avoir dans le câble série une partie DCE et une autre partie DTE ? Configurer l'adresse IP de chaque interface du routeur reliée au câble WAN ? Vérifier qu'elle n'est pas hors service (shutdown).

Le côté DCE fournit le signal d'horloge nécessaire pour synchroniser la transmission des données, tandis que le côté DTE reçoit ce signal.

Voici un exemple des commandes pour la configuration des ip pour le *routeur 1* vers le *routeur 2* (on a fait quasiment pareil pour le *routeur 2* également)

```

Router(config)#interface Serial2/0
Router(config-if)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown

```

1.6 En cas d'erreur, trouver la solution et valider la communication entre les LANs. Lancer la capture des trames. Du PC connecté au LAN du routeur DCE, lancer un ping sur un PC du LAN d'en face. Est-ce que le ping a fonctionné ? Si oui, donner et expliquer la synoptique de l'échange entre les deux stations.


```

C:\>ping 192.168.20.2

Pinging 192.168.20.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=10ms TTL=126
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=9ms TTL=126
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=12ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.20.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 12ms, Average = 8ms

C:\>ipconfig

FastEthernet0 Connection:(default port)

    Connection-specific DNS Suffix...:
    Link-local IPv6 Address . . . . .: FE80::201:97FF:FE30:E082
    IPv6 Address . . . . .: ::
    IPv4 Address . . . . .: 192.168.10.2
    Subnet Mask . . . . .: 255.255.255.128
    Default Gateway . . . . .: ::
                                   192.168.10.1

```

Echange ICMP (Internet Control Message Protocol) :

1. Le PC (192.168.10.2) du routeur DCE envoie un paquet ICMP "*echo request*" au PC (192.168.20.2) du routeur DTE.

Ce paquet traverse le routeur DCE, puis le câble serial jusqu'au routeur DTE.

1. Transmission à travers les routeurs:

- Le routeur DCE reçoit le paquet de son LAN, détermine (via la table de routage) que la destination est sur un réseau distant, et l'envoie à travers l'interface serial configurée au routeur DTE.
- Le routeur DTE reçoit le paquet sur son interface serial, vérifie sa table de routage pour trouver l'interface de sortie vers son LAN, et transmet le paquet au PC destinataire dans son LAN.

2. **Echo Reply** : Le PC destinataire reçoit l'*echo request* et répond par un *echo reply*, suivant le chemin inverse à travers le routeur DTE, le câble série, et le routeur DCE pour atteindre le PC source.

3. **Réception de la réponse** : Le PC source reçoit l'*echo reply* et détermine que le ping est réussi, ce qui est indiqué par les messages de réponse dans le terminal.

1.7 Que contient la table ARP ?

Vérifier et donner les tables de routage sur votre routeur ?

```

Router#show arp
Protocol Address Age (min) Hardware Addr Type Interface
Internet 192.168.10.1 - 00D0.BC93.8090 ARPA FastEthernet0/0
Internet 192.168.10.2 11 0001.9730.E082 ARPA FastEthernet0/0
Internet 192.168.10.3 11 00E0.8FBB.922A ARPA FastEthernet0/0
Internet 192.168.10.129 - 0040.0BB9.B678 ARPA FastEthernet1/0
Internet 192.168.10.130 10 000A.4180.D66B ARPA FastEthernet1/0
Internet 192.168.10.131 10 0001.421A.A282 ARPA FastEthernet1/0

```

Résultat de la commande "show arp" sur notre implémentation

PARTIE 2 : MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE RIP



On enlève le routage statique précédemment établi

Physical
Config
CLI
Attributes

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

INTERFACE

FastEthernet0/0

FastEthernet1/0

Serial2/0

Serial3/0

FastEthernet4/0

FastEthernet5/0

Static Routes

Network
Mask
Next Hop

Add

Network Address

192.168.20.0/25 via 192.168.30.2
192.168.20.0/25 via Serial2/0
192.168.20.128/25 via Serial2/0

Remove

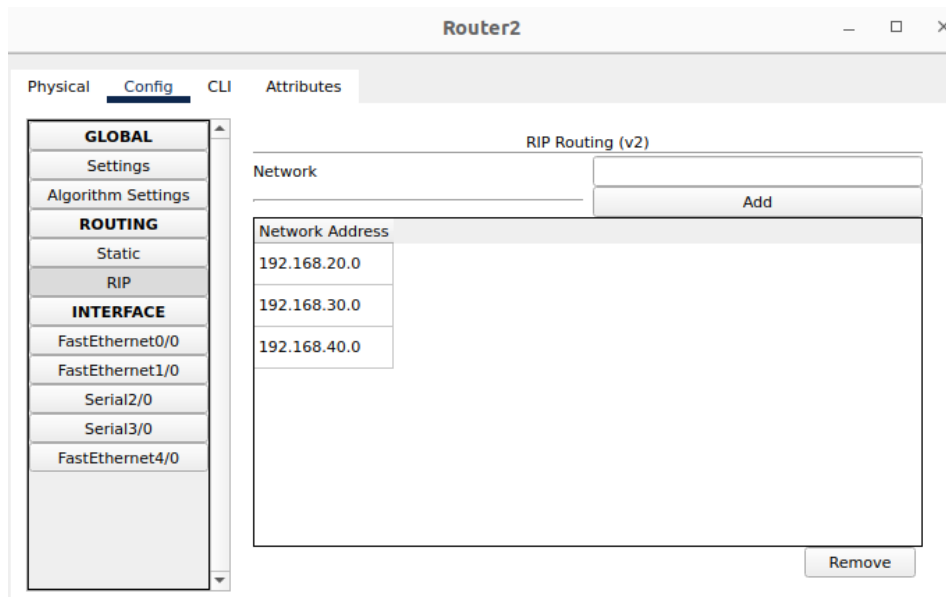
2.1 Configurez le routage RIP sur tous les routeurs et spécifiez les adresses réseaux concernés par le routage RIP.

Sur le Routeur 1 (à gauche) :

```
router rip
version 2
network 192.168.10.0
network 192.168.30.0
network 192.168.40.0
no auto-summary
exit
```

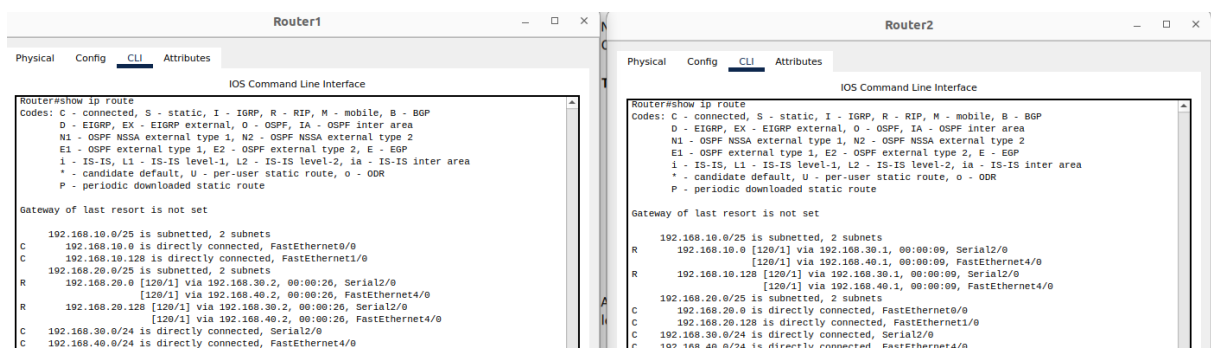
Sur le Routeur 2 (à droite) :

```
router rip
version 2
network 192.168.20.0
network 192.168.30.0
network 192.168.40.0
no auto-summary
exit
```



Le résultat en vue graphique

2.2 Vérifiez la configuration du routage RIP. Affichez de nouveau la table de routage de chaque routeur et expliquez les informations obtenues.



- **C** - Connected: Signifie que ces réseaux sont directement connectés à l'interface du routeur.
- **R** - RIP: Indique que ces routes ont été apprises via le protocole de routage RIP.

Ainsi pour le routeur 1 :

Les Réseaux Connectés Directement

- **192.168.10.0/25** sur l'interface **FastEthernet0/0**.
- **192.168.10.128/25** sur l'interface **FastEthernet1/0**.
- **192.168.30.0/24** sur l'interface **Serial2/0**

- **192.168.40.0/24** sur l'interface **FastEthernet4/0**.

Les Routes Apprises par RIP

- **192.168.20.0/25** et **192.168.20.128/25** sont deux sous-réseaux **appris par RIP**.

2.3 Vérifiez que les interfaces appropriées envoient et reçoivent des mises à jour RIP : Que le routeur annonce les réseaux appropriés, que les voisins RIP envoient des mises à jour. Affichez les messages RIP échangés en utilisant la commande debug ip rip. A partir de cet échange, quelle fonction est active pour réduire le temps de convergence de la table de routage ?

```
Router1
Physical Config CLI Attributes
IOS Command Line Interface
RIP: build update entries
  192.168.10.0/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.10.128/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.30.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
RIP: received v2 update from 192.168.40.2 on FastEthernet4/0
  192.168.20.0/25 via 0.0.0.0 in 1 hops
  192.168.20.128/25 via 0.0.0.0 in 1 hops
  192.168.30.0/24 via 0.0.0.0 in 1 hops
RIP: received v2 update from 192.168.30.2 on Serial2/0
  192.168.20.0/25 via 0.0.0.0 in 1 hops
  192.168.20.128/25 via 0.0.0.0 in 1 hops
  192.168.40.0/24 via 0.0.0.0 in 1 hops
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via FastEthernet0/0 (192.168.10.1)
RIP: build update entries
  192.168.10.128/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.20.0/25 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
  192.168.20.128/25 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
  192.168.30.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.40.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via FastEthernet1/0 (192.168.10.129)
RIP: build update entries
  192.168.10.0/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.20.0/25 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
  192.168.20.128/25 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
  192.168.30.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.40.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Serial2/0 (192.168.30.1)
RIP: build update entries
  192.168.10.0/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.10.128/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.40.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via FastEthernet4/0 (192.168.40.1)
RIP: build update entries
  192.168.10.0/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.10.128/25 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
  192.168.30.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
```

D'après les messages RIP affiché par la commande `debug ip rip`, voici les observations :

1. Le routeur envoie des mise à jour RIP à l'adresse multicast 224.0.0.9 via l'interfaces : *FastEthernet0/0*, *FastEthernet1/0*, *FastEthernet4/0*, *Serial2/0*.
2. Annonces des réseaux :
 - Pour FastEthernet0/0 (192.168.10.1), les réseaux annoncés sont :
192.168.10.128/25, 192.168.20.0/25, 192.20.128/25, 192.168.30.0/24, 192.168.40.0/24
 - Pour FastEthernet1/0 ...
 - La mention (*via 0.0.0.0*) confirme que ces réseaux sont annoncés par le routeur lui-même et non par l'intermédiaire d'un autre routeur.

La fonction active pour réduire le temps de convergence de la table de routage est la "propagation des mises à jour par saut", comme indiqué par les entrées suivantes dans les messages RIP :

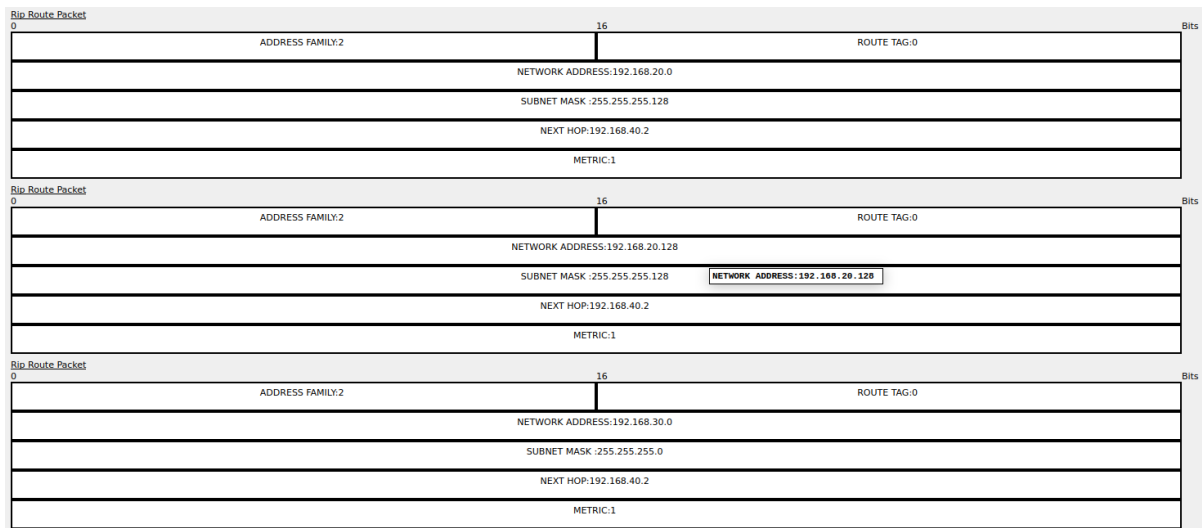
```
192.168.20.0/25 via 0.0.0.0 in 1 hops
192.168.20.128/25 via 0.0.0.0 in 1 hops
```

Cela signifie que les mises à jour RIP pour les réseaux 192.168.20.0/25 et 192.168.20.128/25 sont propagées par le routeur avec une indication de 1 saut. Cette fonctionnalité permet une convergence plus rapide en informant les autres routeurs de la topologie du réseau avec le nombre minimum de sauts.

D'après nos recherches, RIP utilise également des mécanismes comme le "route poisoning" et les "hold-down timers".

2.4 Observez les paquets RIP qui circulent sur le réseau LAN en mode simulation. Détaillez le contenu des entêtes RIP, UDP, IP.

EthernetII			
0	4	8	Bytes
PREAMBLE: 101010...10		SFD	DEST ADDR:0100.5E00.0009
SRC ADDR:0030.A36C.7B1C		TYPE:0x0800	DATA (VARIABLE LENGTH)
		FCS:0x00000000	
IP			
0	4	8	16
VER:4	IHL:5	DSCP:0x00	TL:92
ID:0x0054		FLAGS:0x0	FRAG OFFSET:0x000
TTL:255	PRO:0x11	CHKSUM	CHKSUM
SRC IP:192.168.40.2			
DST IP:224.0.0.9			
DATA (VARIABLE LENGTH)			
UDP			
0	16	16	Bits
SOURCE PORT:520		DESTINATION PORT:520	
LENGTH:0x0048		CHECKSUM:0	
DATA (VARIABLE LENGTH)			
Rip.v.1			
0	8	16	Bits
CMD:0x02	VER:0x02	0b0000000000000000	
ADDR FAMILY : 0x0		0b0000000000000000	
NETWORK			
0b0000000000000000			
NEXT HOP			
METRIC			



- RIP :
 - **Command (CMD)**: Le type de message RIP, ici **0x02** pour une réponse.
 - **Version (VER)**: **0x02** pour RIP version 2.
 - **Address Family Identifier (ADDR FAMILY)**: Identifie le type de l'adresse contenue dans l'entrée, **0x0002** pour IP.
 - **Route Tag**: Utilisé pour les extensions de routage ou pour des scénarios inter-domaines.
 - **Network Address**: L'adresse du réseau dont les informations de routage sont annoncées.
 - **Subnet Mask**: Le masque de sous-réseau correspondant à l'adresse du réseau.
 - **Next Hop**: L'adresse IP du prochain saut vers le réseau annoncé.
 - **Metric**: La métrique associée au réseau, qui indique la distance en termes de sauts RIP pour atteindre ce réseau.
- UDP :
 - **Source Port**: 520
 - **Destination Port**: 520
 - **Length**: Longueur totale du segment UDP, y compris l'en-tête et les données
 - **Checksum**: Somme de contrôle pour le segment UDP (souvent non utilisée pour RIP)

- IP :
 - **Version (VER):** 4 (IPv4)
 - **Internet Header Length (IHL):** Longueur de l'en-tête IP, 5 signifiant qu'il n'y a pas d'options IP et que l'en-tête fait 20 octets.
 - **Differentiated Services Code Point (DSCP):** Utilisé pour la qualité de service.
 - **Total Length (TL):** Longueur totale du paquet IP.
 - **Identification (ID):** Identifiant unique pour reconstituer les fragments de paquets.
 - **Flags:** Indicateurs de fragmentation.
 - **Fragment Offset:** Utilisé pour le réassemblage des fragments.
 - **Time To Live (TTL):** Limite de durée de vie du paquet.
 - **Protocol:** Indique le protocole de la couche supérieure, ici UDP (0x11).
 - **Header Checksum:** Somme de contrôle pour l'en-tête.
 - **Source IP Address:** L'adresse IP de l'émetteur.
 - **Destination IP Address:** L'adresse IP multicast destinée aux mises à jour RIP (224.0.0.9).

2.5 Indiquez le chemin entre votre LAN et un LAN opposé. Lancez un ping en boucle entre votre PC et le PC du LAN opposé. Débranchez un câble d'une liaison Serial (du chemin utilisé par défaut). Mesurez le temps de convergence de RIP pour basculer sur le nouveau réseau. Interprétez les résultats Supprimez la configuration RIP sur votre routeur Vérifiez que les tables ne contiennent que les réseaux auxquels ils sont directement connectés.

Un chemin d'un PC de notre LAN vers une LAN opposé :

```
C:\>tracert 192.168.20.2

Tracing route to 192.168.20.2 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.10.1
  2  6 ms      0 ms      0 ms      192.168.30.2
  3 11 ms      5 ms      0 ms      192.168.20.2

Trace complete.
```

1. Le premier saut est *192.168.10.1*, qui est l'adresse de notre passerelle par défaut.
2. Le deuxième saut est *192.168.30.2*, l'adresse de l'interface du prochain routeur sur le chemin.
3. Le troisième et dernier saut est *192.168.20.2*, l'adresse de destination sur le LAN opposé.

Pour faire un ping en continu, on utilisera la commande `ping -t IP`

Pendant que le ping était actif, nous avons débranché un câble de l'interface associé (ici Serial2/0 car c'est celle associée à *192.168.30.2*) pour simuler une panne dans le réseau et pour observer le temps de convergence de RIP.

```
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=19ms TTL=126
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=17ms TTL=126
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Request timed out.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Request timed out.
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.2: bytes=32 time=13ms TTL=126
```

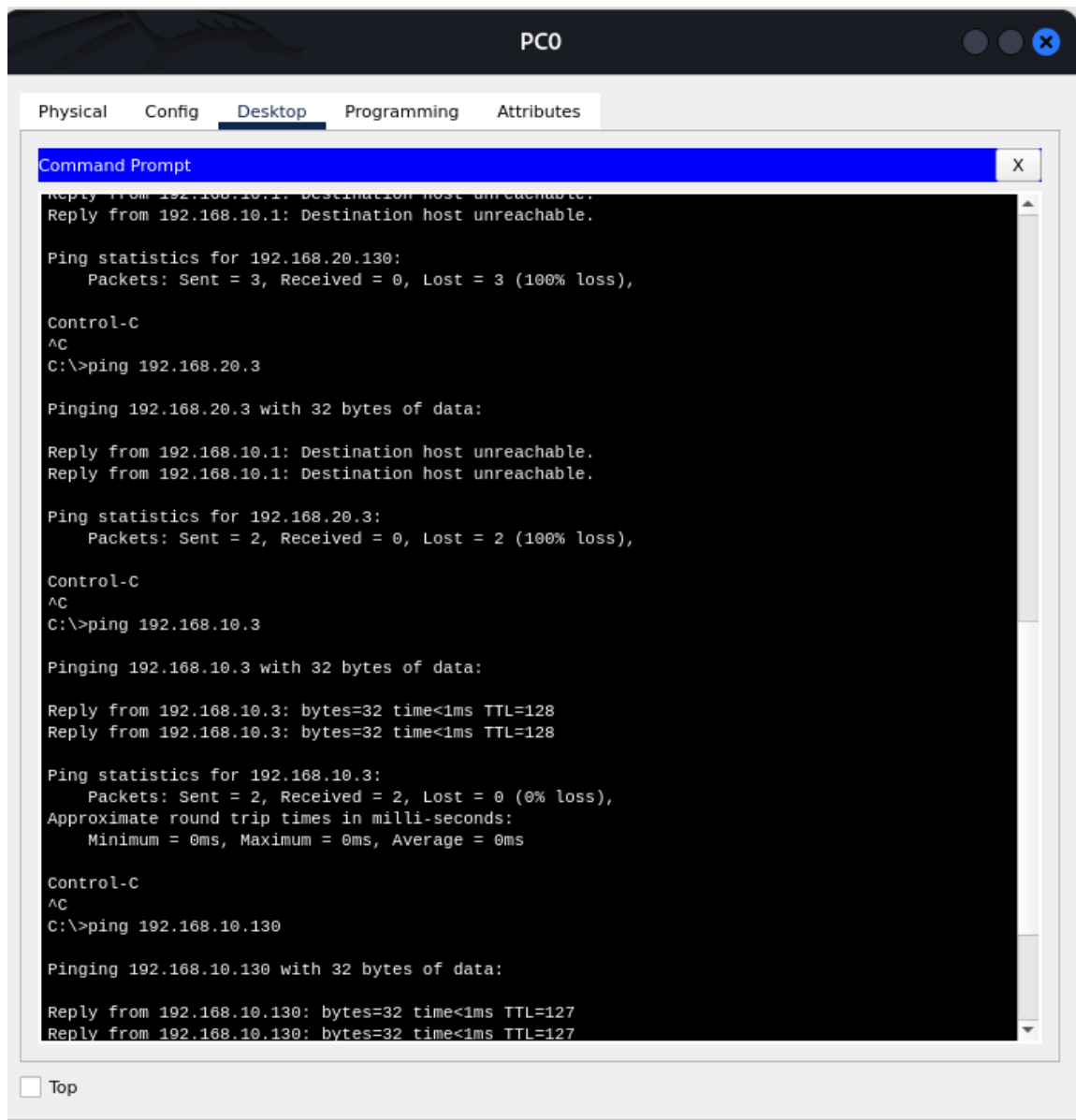
Notre temps de convergence sur cet exemple a été de 17 secondes.

4. PARTIE 3 : MISE EN ŒUVRE DU PROTOCOLE OSPF



**3.1 A cette étape désactiver le routage par RIP.
Vérifier la connectivité dans les différents réseaux en utilisant ping. Affichez la table de routage initiale, commentez.**

Pour désactiver le routage RIP, on effectue la commande `no router rip`



On peut ping que les PCs du même LAN (ici LAN1) mais pas les PCs de l'autre LAN (ici LAN2)

Voici la table de routage du *routeur 1*

```

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

    192.168.10.0/25 is subnetted, 2 subnets
C       192.168.10.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       192.168.10.128 is directly connected, FastEthernet1/0
C       192.168.30.0/24 is directly connected, Serial2/0
C       192.168.40.0/24 is directly connected, FastEthernet4/0
Router#

```

On peut voir que l'option R pour RIP n'est plus présent et il ne connaît plus les réseaux *192.168.20.0*

En désactivant le routage par RIP, aucune autre information de routage dynamique ne sera mise à jour dans la table de routage. Cela signifie que la connectivité entre les différents réseaux sera basée uniquement sur les routes statiques et les connexions directes (qui n'existent pas).

3.2 Configurez le routage OSPF sur votre routeur et attribué la valeur 1 au process-ID. Spécifiez les adresses réseaux concernés par le routage OSPF. N'oubliez pas de spécifier l'adresse de netmask correspondant, appelé masque-générique ; Un masque générique est considéré comme l'inverse d'un masque de sous-réseau. L'inverse du masque de sous-réseau 255.255.255.252 est 0.0.0.3. Pour calculer le masque générique, soustrayez le masque de sous-réseau de masque 255.255.255.255.

Masque générique de 255.255.255.128 est 0.0.0.127 (calculé en soustrayant le masque 255.255.255.255)

```

#routeur 1
Router1(config)# router ospf 1
Router1(config-router)# network 192.168.10.0 0.0.0.127 area 0
Router1(config-router)# network 192.168.10.128 0.0.0.127 area 0
Router1(config-router)# network 192.168.30.0 0.0.0.255 area 0

```

```
Router1(config-router)# network 192.168.40.0 0.0.0.255 area 0
Router1(config-router)# end
```

#Routeur 2

```
Router2(config)# router ospf 1
Router2(config-router)# network 192.168.20.0 0.0.0.127 area 0
Router2(config-router)# network 192.168.20.128 0.0.0.127 area
Router2(config-router)# network 192.168.30.0 0.0.0.255 area 0
Router2(config-router)# network 192.168.40.0 0.0.0.255 area 0
Router2(config-router)# end
```

On peut voir que l'on peut ping tout le monde désormais

PC0

Physical Config **Desktop** Programming Attributes

Command Prompt

```
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.20.130:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 192.168.20.129

Pinging 192.168.20.129 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.20.129: bytes=32 time<1ms TTL=254
Reply from 192.168.20.129: bytes=32 time<1ms TTL=254

Ping statistics for 192.168.20.129:
    Packets: Sent = 2, Received = 2, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

Control-C
^C
C:\>ping 192.168.20.131

Pinging 192.168.20.131 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.20.131: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.131: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.131: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.131: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.20.131:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>
```

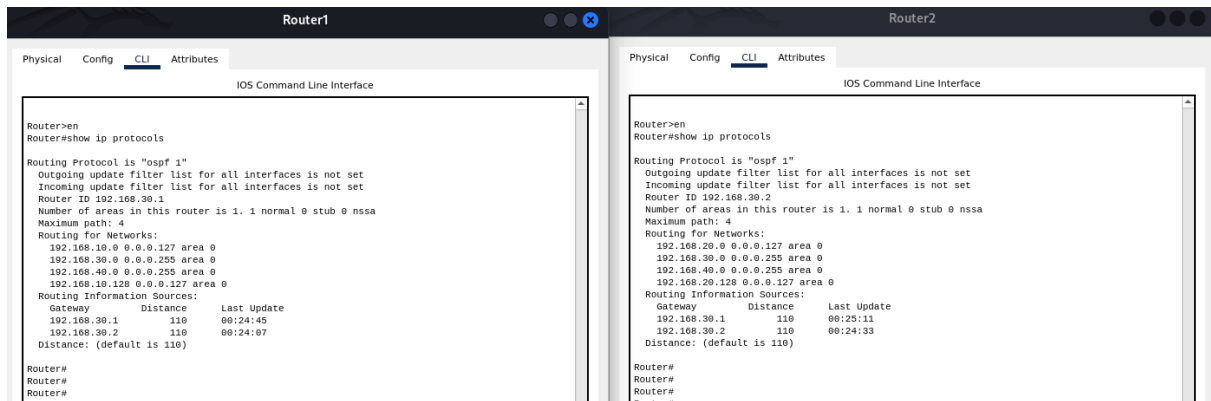
Top

3.3 Vérifiez la configuration du routage OSPF. sh ip protocols Quels sont les identificateurs des routeurs OSPF ?

Nous avons exécuté la commande `show ip protocols` pour vérifier la configuration du protocole OSPF.

```
Routing for Networks:
  192.168.10.0 0.0.0.127 area 0
  192.168.30.0 0.0.0.255 area 0
```

```
192.168.40.0 0.0.0.255 area 0
192.168.10.128 0.0.0.127 area 0
```



Les identificateurs des routeurs OSPF sont les adresses IP attribuées à l'interface de bouclage (loopback) configurée sur chaque routeur.

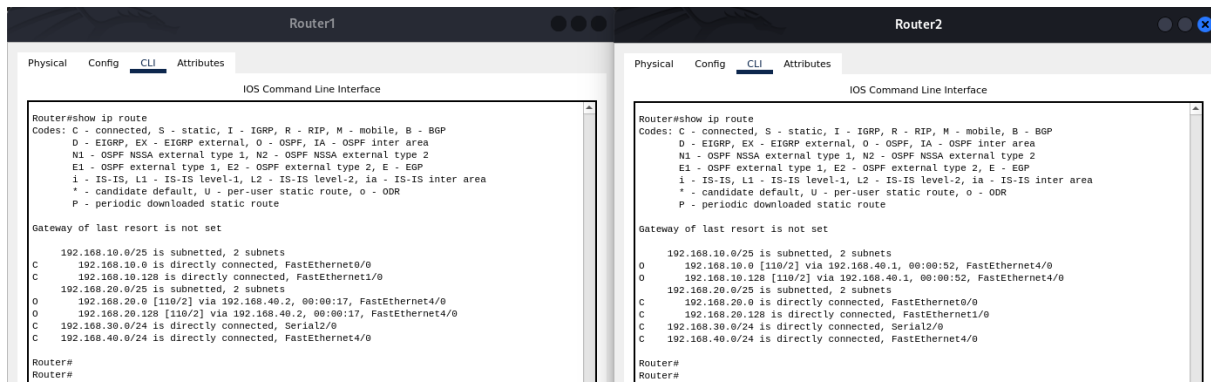
Les identifiants des routeurs OSPF, comme indiqués dans la section 'Router ID' de la sortie de la commande `show ip protocols`, sont uniques pour chaque routeur et sont les suivants :

- Pour le Routeur1, l'identifiant OSPF est **192.168.30.1**.
- Pour le Routeur2, l'identifiant OSPF est **192.168.30.2**.

```
#routeur 1
...
Router ID 192.168.30.1
...
#routeur 2
...
Router ID 192.168.30.2
...
```

3.4 Affichez de nouveau la table de routage de chaque routeur et expliquez les informations obtenues. Affichez les voisins de votre routeur, commande `sh ip ospf neighbor`.

Voici la table de routage des routeurs 1 et 2 :



Pour les deux routeurs, la table de routage affiche les routes avec le préfixe "O" pour OSPF. Voici une explication des informations obtenues pour chaque routeur :

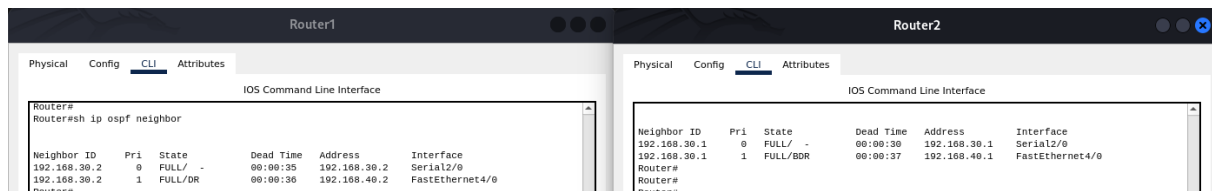
Routeur 1 :

- Les réseaux connectés directement sont les suivants :
 - **192.168.10.0/25** via **FastEthernet0/0**
 - **192.168.10.128/25** via **FastEthernet1/0**
 - **192.168.30.0/24** via **Serial2/0**
 - **192.168.40.0/24** via **FastEthernet4/0**
- Les routes OSPF sont :
 - **192.168.20.0/25** via **192.168.40.2** avec une **métrique** de **110/2**
 - **192.168.20.128/25** via **192.168.40.2** avec une **métrique** de **110/2**

Routeur 2 :

- Les réseaux connectés directement sont les suivants :
 - **192.168.20.0/25** via **FastEthernet0/0**
 - **192.168.20.128/25** via **FastEthernet1/0**
 - **192.168.30.0/24** via **Serial2/0**
 - **192.168.40.0/24** via **FastEthernet4/0**
- Les routes OSPF sont :
 - **192.168.10.0/25** via **192.168.40.1** avec une métrique de **110/2**
 - **192.168.10.128/25** via **192.168.40.1** avec une métrique de **110/2**

Voici les voisins respectivement du *Router 1* et *Router 2* avec la commande `sh ip ospf neighbor`



The image shows two side-by-side screenshots of the Cisco IOS Command Line Interface (CLI) for Router1 and Router2. Both routers have the 'CLI' tab selected. The output of the 'sh ip ospf neighbor' command is displayed in a table format.

Neighbor ID	Pr1	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.30.2	0	FULL/-	00:00:35	192.168.30.2	Serial2/0
192.168.30.1	1	FULL/DR	00:00:35	192.168.40.2	FastEthernet4/0

Neighbor ID	Pr1	State	Dead Time	Address	Interface
192.168.30.1	0	FULL/-	00:00:30	192.168.30.1	Serial2/0
192.168.30.1	1	FULL/BDR	00:00:37	192.168.40.1	FastEthernet4/0

Ces voisins indiquent que le routeur a établi des relations OSPF avec deux voisins, chacun sur une interface différente. Le premier voisin est sur l'interface *Serial2/0* et le second sur l'interface *FastEthernet4/0*. (192.168.30.2 pour *Router 1* et 192.168.30.1 pour *Router 2*)

3.5 Observez les paquets OSPF qui circulent sur le réseau LAN. Quels sont les messages échangés. Détaillez le contenu de ces messages.

Voici un des paquets OSPF

PDU Formats

EthernetII

0	4	8	Bytes
PREAMBLE: 101010..10	S	DEST ADDR:0100.5E00.00 05	
SRC ADDR:00E0. 8F24.5C1C	TYPE: 0x08	DATA (VARIABLE LENGTH)	FCS:0x0000000 0

IP

0	4	8	16	20	24	Bits
VER:4	IHL:5	DSCP:0x00	TL:20			
ID:0x063f			FLAGS :0x0	<div><div></div><div></div><div></div></div>	FRAG OFFSET:0x000	
TTL:1		PRO:0x59		CHKSUM		
SRC IP:192.168.40.1						
DST IP:224.0.0.5						
DATA (VARIABLE LENGTH)						

OSPF Hello

OSPF Hello

0	8	16	Bits
VERSION NUM:2		TYPE:1	
PACKET LENGTH:48			
ROUTER ID:192.168.30.1			
AREA ID:0.0.0.0			
CHECKSUM:0		AUTH TYPE:0	
AUTHENTICATION:			
NETWORK MASK:255.255.255.0			
HELLO INTERVAL:10		OPTIONS:0	RP:1
ROUTER DEAD INTERVAL:40			
DESIGNATED ROUTER:192.168.40.2			
BACKUP DESIGNATED ROUTER:192.168.40.1			
NEIGHBOR:192.168.30.2			

Type de message OSPF observé : Message Hello

Les messages Hello sont essentiels à la découverte des voisins OSPF

Un paquet Hello contient :

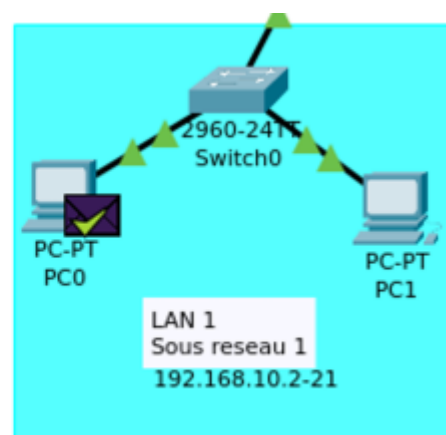
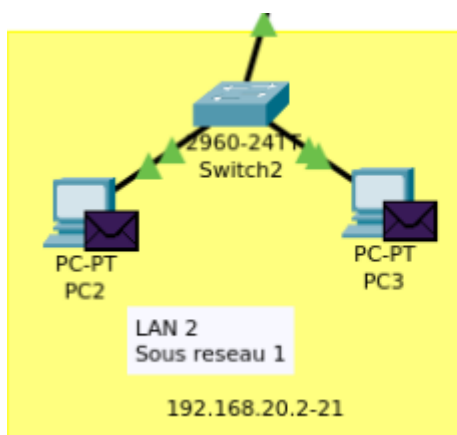
- **Version OSPF**
- **Type de Paquet** : Hello = 1
- **Longueur du Paquet**
- **Router ID**
- **Area ID** : Identifiant de l'aire OSPF
- **Checksum** : Détection erreur
- **Type d'Authentification**
- **Masque de Réseau**
- **Intervalle Hello** : L'intervalle de temps en secondes entre les envois de paquets Hello
- **Intervalle Mort** : La durée en secondes après laquelle un routeur OSPF considérera qu'un voisin ne répond plus
- **Routeur Désigné (DR)**
- **Routeur de Secours Désigné (BDR)**
- **Voisins** : Inclut les Router ID des voisins OSPF directement connectés

3.6 Indiquez le chemin entre votre LAN et un LAN opposé.

Pour déterminer le chemin emprunté par les paquets entre le LAN local et un LAN distant, nous avons fait un ping du *PC0* (LAN 1 avec l'adresse IP 192.168.10.2) vers le *PC3* (LAN 2 avec l'adresse IP 192.168.20.3).

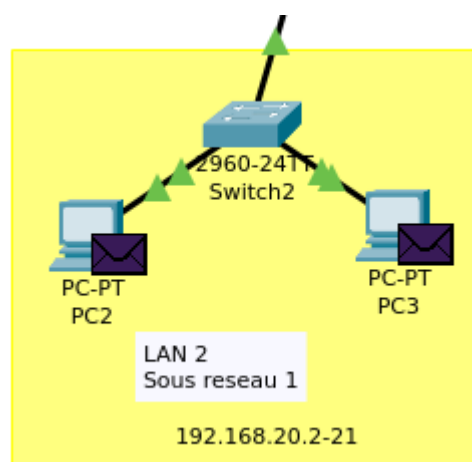
Event List				
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	0.000	--	PC0	ICMP
	0.001	PC0	Switch0	ICMP
	0.002	Switch0	Router1	ICMP
	0.003	Router1	Router2	ICMP
	0.004	Router2	Switch2	ICMP
	0.005	Switch2	PC2	ICMP
	0.005	Switch2	PC3	ICMP
	0.006	PC3	Switch2	ICMP
	0.007	Switch2	Router2	ICMP
	0.008	Router2	Router1	ICMP
	0.009	Router1	Switch0	ICMP
	0.010	Switch0	PC0	ICMP

Le dernier endroit où passe le paquet est le PC0



On peut faire un traceroute pour mieux voir les routes prises avec les IPs.

```
Tracing route to 192.168.20.130 over a maximum of 30 hops:
  0  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.10.1
  1  0 ms    0 ms    9 ms    192.168.40.2
  2  0 ms   19 ms    0 ms    192.168.20.130
Trace complete.
```



3.7 Quel est le cout affecté à chaque liaison reliée à votre routeur. Lancez une auto capture en mode simulation. Modifiez les coûts des différentes liaisons en modifiant la bande passante associée à chaque lien (256kbs, 128kbs, 64kbs). Observez les messages échangés. Quel est de nouveau le chemin utilisé entre votre LAN et un LAN opposé (idem question 3.7)

On voit avec le *traceroute* que naturellement, il utilise l'interface ethernet entre les 2 routeurs car elle est meilleur.

```
Router(config)#interface FastEthernet4/0
Router(config-if)#bandwidth 256
Router(config-if)#
```

```
Tracing route to 192.168.20.130 over a maximum of 30 hops:
  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.10.1
  2  17 ms     0 ms     10 ms     192.168.40.2
  3  0 ms      10 ms     0 ms      192.168.20.130
Trace complete.
```

Pour observer l'impact de la modification de la bande passante sur le coût OSPF, nous avons effectué des ajustements sur les interfaces du routeur en utilisant la commande `bandwidth` (qui peut prendre comme valeur 256, 128, 64)

```
C:\>tracert 192.168.20.130

Tracing route to 192.168.20.130 over a maximum of 30 hops:
  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.10.1
  2  0 ms      18 ms     26 ms     192.168.30.2
  3  0 ms      0 ms      27 ms     192.168.20.130
Trace complete.
```

FastEthernet 0/4

Si *FastEthernet0/4* a une bande passante de 100 Mbps, on calcule le coût OSPF :

Coût OSPF = 10^8 / Bande passante en bits par seconde

Si la bande passante est de 100 Mbps (100 millions de bits par seconde) :

$$\text{Coût OSPF} = 10^8 / 100 \times 10^6 = 1$$

Serial 0/3/0

Si *Serial 0/3/0* a une bande passante de 2 Mbps (par exemple) :

$$\text{Cout OSPF} = 10^8 / 2 \times 10^6 = 50$$

Donc c'est pour ça que l'on utilise **FastEthernet 0/4**

Si on utilise FastEthernet 0/4 avec une bandwidth de 256kbs

$$\text{Cout OSPF} = 10^8 / 256 \times 10^3 = 390.625$$

Avec ces nouveaux coûts, OSPF recalculera les chemins préférés pour le routage.

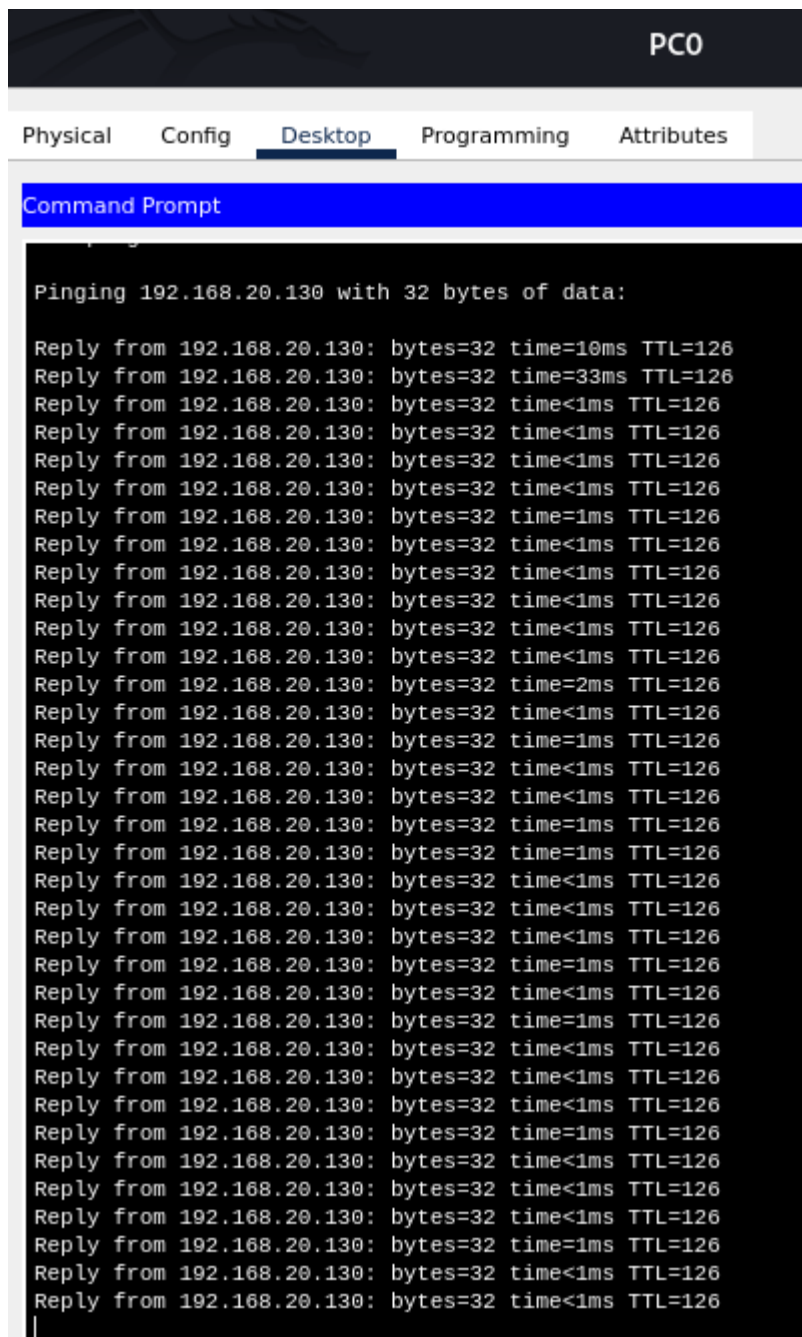
Cependant, après la réduction de la bande passante sur *FastEthernet0/4* à 256 kbps, le coût OSPF de cette interface est devenu supérieur à celui de l'interface Serial.

Ainsi si on fait un traceroute après la modification, nous devons observer que le chemin préféré est maintenant via l'interface *Serial 0/3/0* car $390.625 > 50$

3.8 Lancez un ping en boucle entre votre PC et le PC du LAN opposé. Lancez une capture en mode simulation. Débranchez un câble d'une liaison Serial (du chemin utilisé par défaut). Mesurez le temps de convergence d'OSPF pour basculer sur le nouveau réseau.

Pour ping en boucle un PC du *LAN2* depuis le *LAN1* , on a fait la commande :

```
ping -t 192.168.20.130
```



Lorsque l'on enlève le serial on remarque que *"destination host unreachable"*


```

Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time=21ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time=8ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time=23ms TTL=126
Request timed out.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Request timed out.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Request timed out.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.10.1: Destination host unreachable.
Request timed out.
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.20.130: bytes=32 time<1ms TTL=126

```

Puis le ping remarque après 6 secondes.

Dans le *tracert* on a bien l'interface *FastEthernet0/4* (192.168.40.2)

```

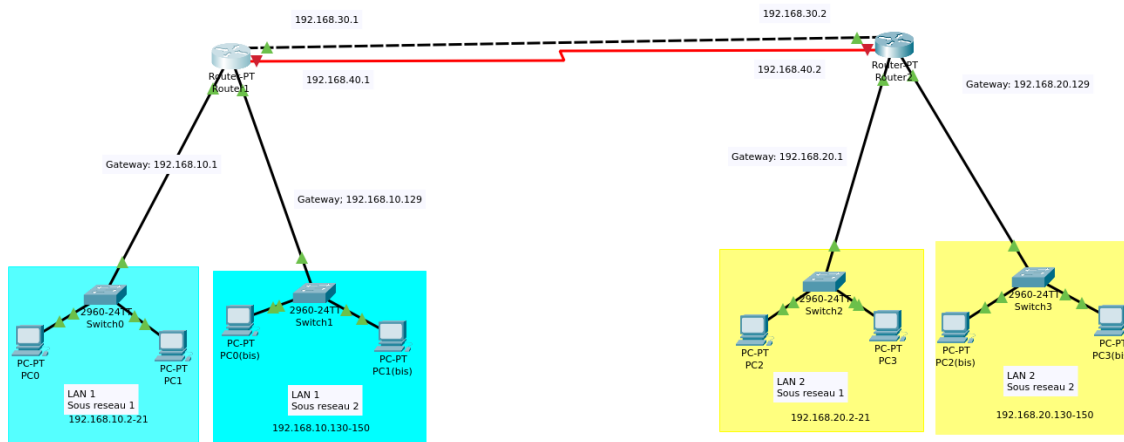
C:\>tracert 192.168.20.130

Tracing route to 192.168.20.130 over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.10.1
  1  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.40.2
  2  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.20.130

Trace complete.

```



Voici à quoi ressemble le réseau après avoir éteint l'interface serial 0/2