



| Extrait du référentiel : BTS Systèmes Numériques option A (Informatique et Réseaux) | | Niveau(x) |
|---|--|-----------|
| S7. Réseaux, télécommunications et modes de transmission | | |
| S7.2. Concepts fondamentaux des réseaux | Équipements réseau : connecteur, carte réseau, commutateur, pont, routeur, etc. Modèle en couches et protocoles de l'Internet : IP, ICMP, ARP, UDP, TCP, etc. | 3 3 |

Objectifs du TP :

- Protocole de routage et protocole routé
- Le routage dynamique
- Les types de protocoles de routage (vecteur de distance, état de liens)
- RIPv1 (auto-summary, propagation d'une route par défaut)
- RIPv2 (authentification, optimisation)
- EIGRP
- OSPF (authentification, multi area)
- Redistribution de route

Support d'activité :

- Logiciels : Cisco Packet Tracer, suite bureautique
- Internet
- Ce document au format PDF

Pré-requis :

- TP sur le routage statique

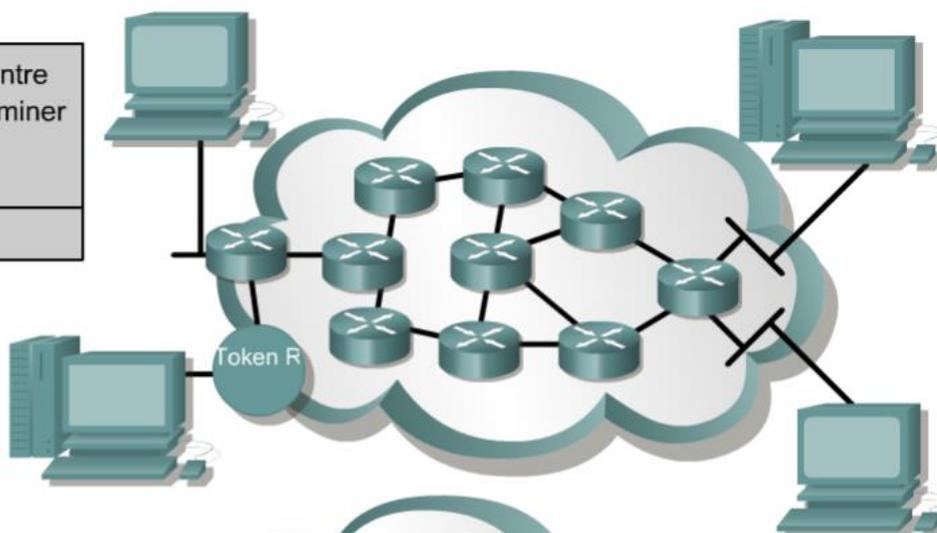


Vous rédigez un compte-rendu numérique.
Pensez aux captures d'écran pour imaginer votre compte-rendu.
Sauvegardez votre travail régulièrement !
Des modifications peuvent exister selon la version du logiciel utilisée.

PROTOCOLE DE ROUTAGE ET PROTOCOLE ROUTÉ

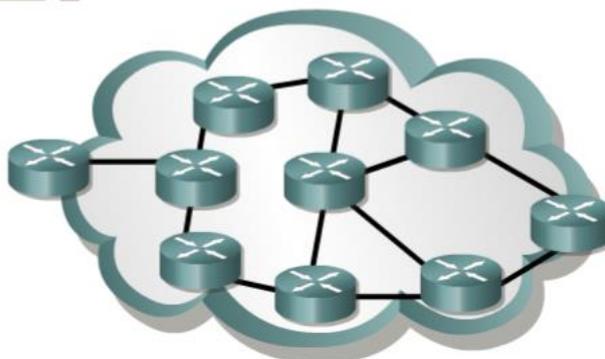
Protocole routé utilisé entre des routeurs pour acheminer le trafic utilisateur

Exemples : IP et IPX



Protocole de routage utilisé entre des routeurs pour mettre à jour les tables

Exemples : RIP, IGRP, OSPF



Les **protocoles de routage** diffèrent des **protocoles routés** sur le plan de la fonction comme de la tâche.

Un **protocole de routage** est le système de communication utilisé entre les routeurs. Le protocole de routage permet à un routeur de partager avec d'autres routeurs des informations sur les réseaux qu'il connaît, ainsi que sur leur proximité avec d'autres routeurs. Les informations qu'un routeur reçoit d'un autre routeur, à l'aide d'un protocole de routage, servent à construire et à mettre à jour une table de routage.

Exemples:

Protocole d'informations de routage (RIP) ;

Protocole EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) ;

Protocole OSPF (Open Shortest Path First).

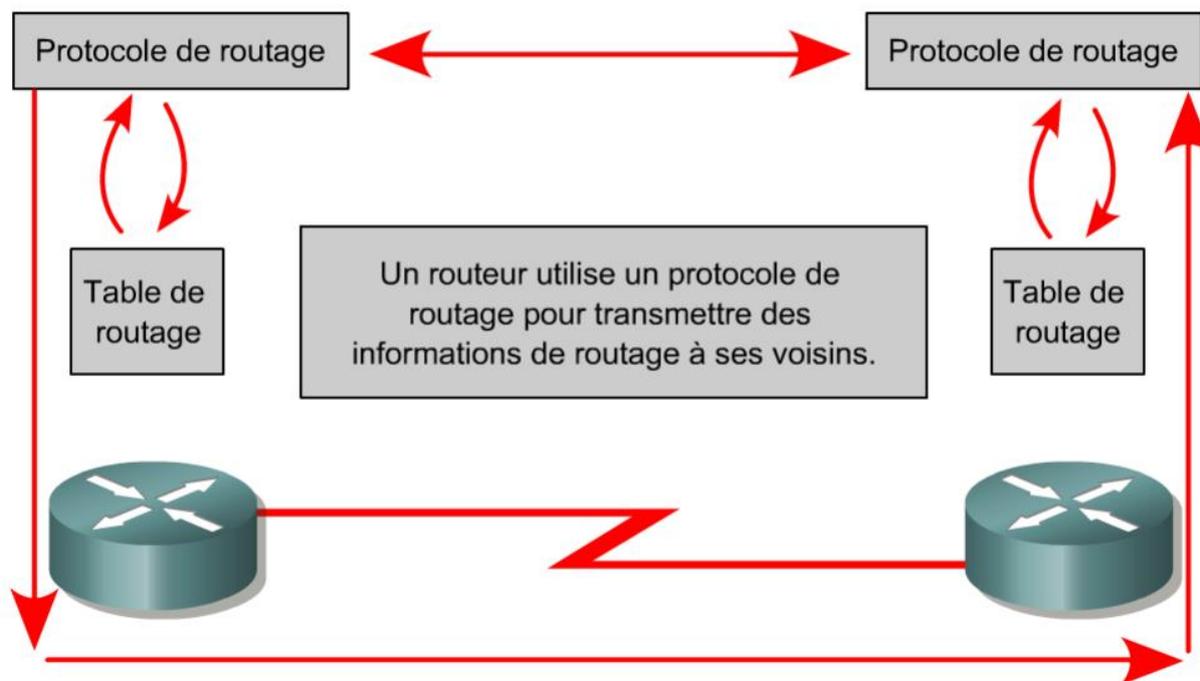
Un **protocole routé** sert à diriger le trafic utilisateur. Il fournit suffisamment d'informations dans son adresse de couche réseau pour permettre l'acheminement d'un paquet d'un hôte à un autre en fonction de la méthode d'adressage.

Exemples :

Le protocole Internet (IP) ;

Le protocole IPX (Internetwork Packet Exchange).

LE ROUTAGE DYNAMIQUE



L'objet d'un protocole de routage est de construire et mettre à jour la table de routage. Cette table contient les réseaux acquis et les ports associés à ces réseaux. Les routeurs utilisent des protocoles de routage pour gérer des informations reçues d'autres routeurs, les informations acquises de la configuration de ces propres interfaces, ainsi que des routes configurées manuellement.

Le protocole de routage prend connaissance de toutes les routes disponibles. Il insère les meilleures routes dans la table de routage et supprime celles qui ne sont plus valides. Le routeur utilise les informations de la table de routage pour transmettre les paquets de protocole routé.

L'algorithme de routage est une composante essentielle du routage dynamique. Chaque fois que la topologie du réseau est modifiée en raison de la croissance, d'une reconfiguration ou d'une panne, la base de connaissances du réseau doit également être modifiée. La base de connaissances du réseau doit refléter une vue juste et cohérente de la nouvelle topologie.

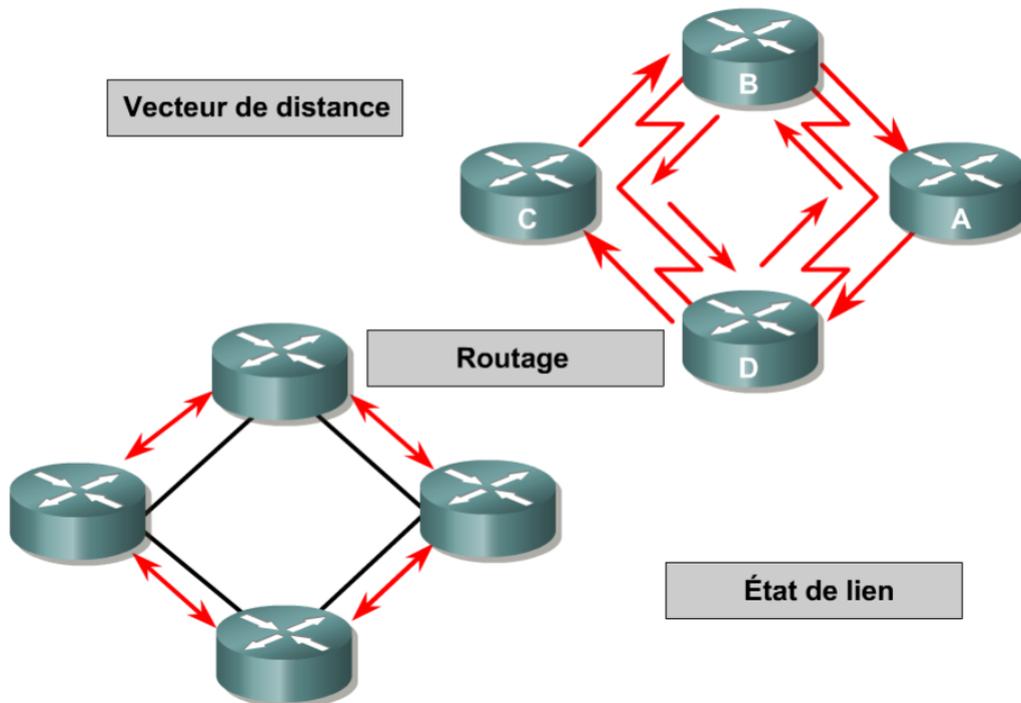
Lorsque tous les routeurs d'un interrégion reposent sur les mêmes connaissances, on dit de l'interrégion qu'**il a convergé**. Une convergence rapide est préférable, car elle réduit la période au cours de laquelle les routeurs prennent des décisions de routage incorrectes ou inefficaces.

LES TYPES DE PROTOCOLES DE ROUTAGE

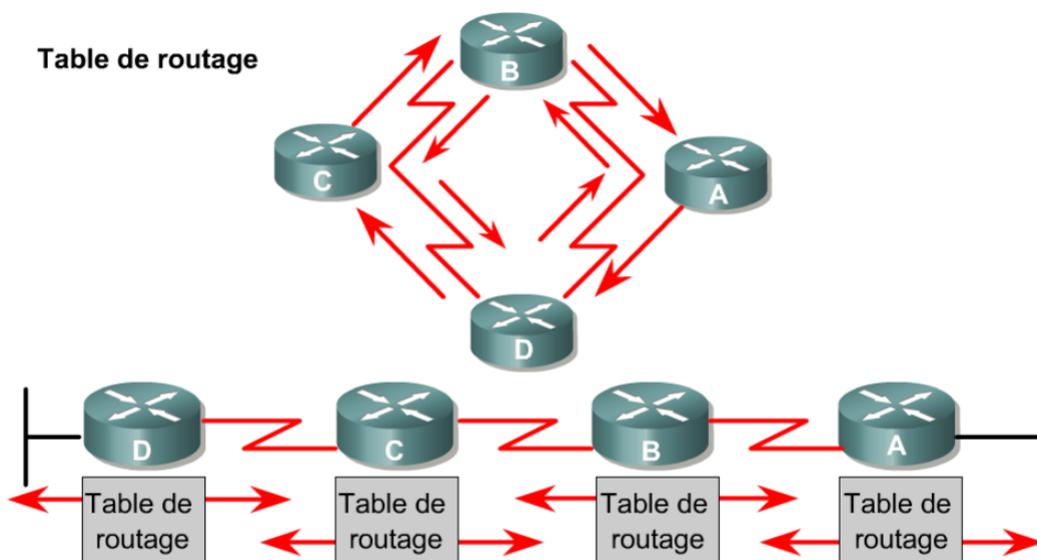
La plupart des algorithmes de routage peuvent être rangés dans l'une des catégories suivantes :

- vecteur de distance ;
- état de liens.

Le routage à vecteur de distance détermine la direction (vecteur) et la distance jusqu'à une liaison quelconque de l'interréseau. L'approche à état de liens, également appelée routage par le chemin le plus court, recrée la topologie exacte de l'intégralité du réseau.



CONCEPTS DE VECTEURS DE DISTANCE



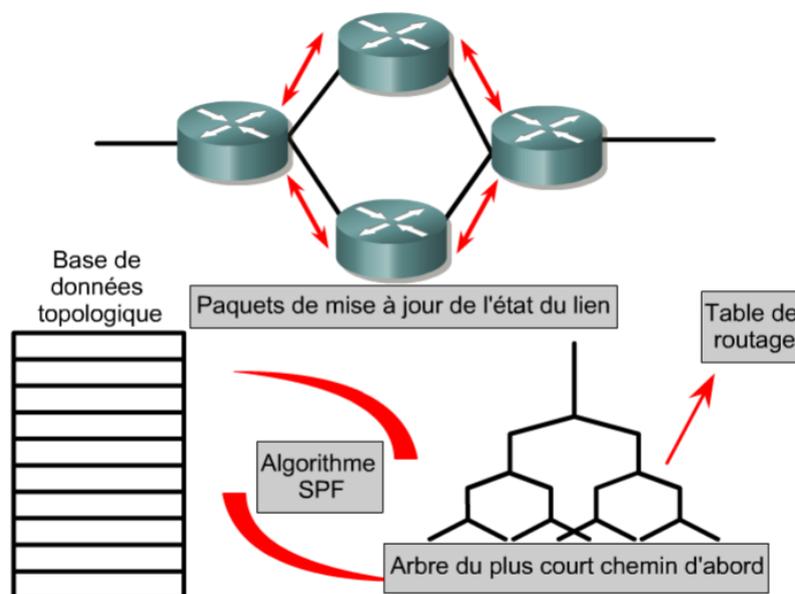
Envoi périodique de copies d'une table de routage aux routeurs voisins et cumul des vecteurs de distance.

Les algorithmes de routage à vecteur de distance transmettent régulièrement des copies de table de routage d'un routeur à l'autre. Ces mises à jour régulières entre les routeurs permettent de communiquer les modifications topologiques. Les algorithmes de routage à vecteur de distance sont également appelés algorithmes Bellman-Ford.

Chaque routeur reçoit une table de routage des routeurs voisins auxquels il est directement connecté. Le routeur B reçoit des informations du routeur A. Le routeur B ajoute un nombre de vecteurs (par exemple, un nombre de sauts) qui allonge le vecteur de distance. Ensuite, le routeur B transmet la nouvelle table de routage à son voisin, le routeur C. La même procédure est répétée étape par étape dans toutes les directions entre les routeurs directement adjacents.

L'algorithme cumule les distances afin de tenir à jour la base de données contenant les informations sur la topologie du réseau. Cependant, les algorithmes de routage à vecteur de distance ne permettent pas à un routeur de connaître la topologie exacte d'un interrèseau, étant donné que **chaque routeur voit uniquement ses voisins**.

CONCEPTS D'ÉTAT DE LIENS



Les routeurs envoient des LSA à leurs voisins. Les LSA sont utilisées pour créer une base de données topologique. L'algorithme SPF est utilisé pour calculer l'arbre du plus court chemin d'abord dans lequel la racine est le routeur lui-même. Une table de routage est ensuite créée.

Le deuxième algorithme de base utilisé pour le routage est l'algorithme à état de liens. Ces algorithmes sont également appelés algorithme de Dijkstra ou algorithme SPF (shortest path first ou du plus court chemin d'abord). Ils gèrent une base de données complexe d'informations topologiques. L'algorithme à vecteur de distance comprend des informations non spécifiques sur les réseaux distants et ne fournit aucune information sur les routeurs distants. Un algorithme de routage à état de liens gère une base de connaissances complète sur les routeurs distants et leurs interconnexions.

Le routage à état de liens utilise les éléments suivants :

- Mises à jour de routage à état de liens (LSA). Une mise à jour de routage à état de liens (LSA) est un petit paquet d'informations de routage qui est transmis entre les routeurs.
- Base de données topologique. Une base de données topologique est un ensemble d'informations rassemblées à partir des mises à jour de routage à état de liens.
- Algorithme SPF. L'algorithme du plus court chemin d'abord (SPF) est un calcul effectué sur la base de données qui génère un arbre SPF.

- Tables de routage. Une liste des chemins et des interfaces connus.

Les mises à jour de routage à état de liens sont échangées entre routeurs en commençant par les réseaux directement connectés au sujets desquels ils sont directement informés. Parallèlement à ses homologues, chaque routeur génère une base de données topologiques comprenant toutes les mises à jour de routage à état de liens échangées.

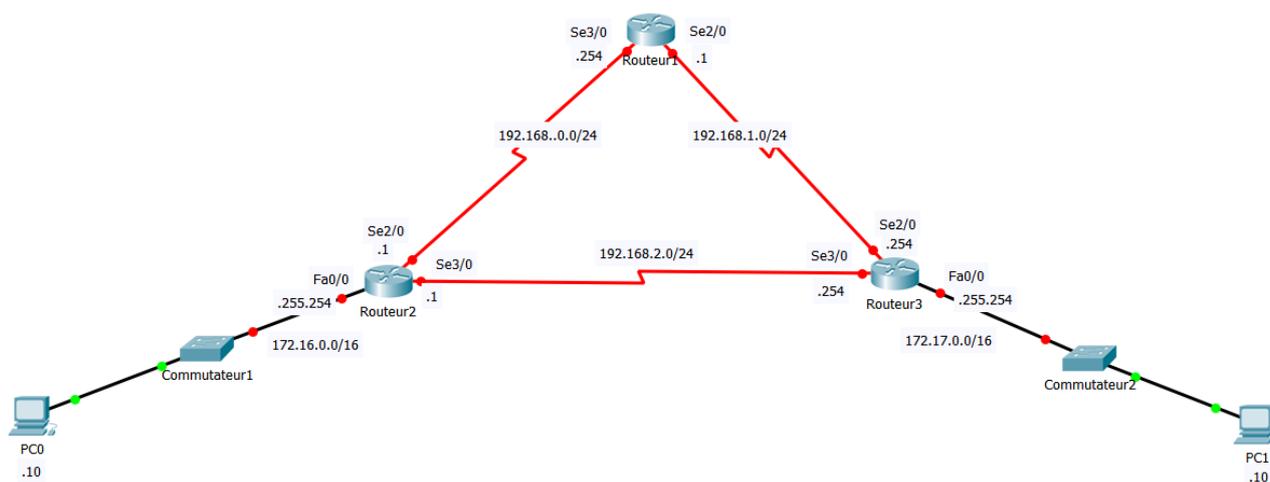
L'algorithme du plus court chemin d'abord (SPF) calcule l'accessibilité aux réseaux. Le routeur génère cette topologie logique sous la forme d'un arbre dont il est la racine et qui comporte tous les chemins possibles menant à chaque réseau de l'interréseau utilisant le protocole à état de liens. Ensuite, il trie ces chemins sur la base du chemin le plus court. Le routeur répertorie dans sa table de routage les meilleurs chemins et les interfaces menant aux réseaux de destination. Il met également à jour d'autres bases de données contenant des éléments de topologie et les détails relatifs à leur état.

RIP version 1

Le protocole de routage RIP (Routing Information Protocol) est l'un des protocoles les plus répandus sur les réseaux, ceci est dû principalement à son ancienneté. RIP présente un fonctionnement simple et une configuration simple.

Question 1

À l'aide du logiciel « Cisco Packet Tracer » réalisez la topologie du réseau ci-dessous.



Topologie du réseau étudié



Vous prendrez soin de mettre en place (en utilisant l'outil « Placer une note (N) »), les informations suivantes : les repères des interfaces, les n° de port et les IP (hôtes et réseaux).

Entrez les commandes suivantes sur le routeur « Routeur2 » :

```
Routeur2(config)#router rip
Routeur2(config)#network 192.168.0.0
Routeur2(config)#network 192.168.2.0
```

```
Routeur2(config)#network 172.16.0.0
```

Entrez les commandes suivantes sur le routeur « Routeur1 » :

```
Routeur1(config)#router rip
Routeur1(config)#network 192.168.0.0
Routeur1(config)#network 192.168.1.0
Routeur1(config)#network 172.16.0.0
```

Question 2

Au regard des configurations précédentes pour « Routeur1 » et « Routeur2 », procédez à la configurations du routeur « Routeur3 ».

Question 3

Affichez et donnez la table de routage du routeur « Routeur3 ».

Question 4

Testez la connectivité de niveau 3 entre PC0 et PC1.

Affichez et donnez l'itinéraire entre PC0 et PC1 à l'aide de la commande « tracer ».

RIP Protocole d'Information de Routage est un protocole de routage IP de type Vector Distance (à vecteur de distances) s'appuyant sur l'algorithme de détermination des routes décentralisé Bellman-Ford. Il permet à chaque routeur de communiquer aux routeurs voisins la métrique, c'est-à-dire la distance qui les sépare d'un réseau IP déterminé quant au nombre de sauts ou « hops » en anglais.



Pour chaque réseau IP connu, chaque routeur conserve l'adresse du routeur voisin dont la métrique est la plus petite. Ces meilleures routes sont diffusées toutes les 30 secondes. RIPv1 est défini dans la [RFC 1058](#). Cette version ne prend pas en charge les masques de sous-réseau de longueur variable (on dit qu'il est classfull) ni l'authentification des routeurs. Les routes sont envoyées en « broadcast ». Les techniques CIDR et VLSM ne peuvent pas être exploitées par ce protocole.

AUTO-SUMMARY

Question 5

Vous allez modifier le réseau précédent en passant en « classless ».

Pour cela vous allez modifier les adresses des réseaux 172.16.0.0/16 et 172.17.0.0/16 en appliquant un masque /24.

Affichez et donnez l'itinéraire entre PC0 et PC1 à l'aide de la commande « tracer », répétez plusieurs fois l'opération puis faites une conclusion.



Vous devez vous apercevoir que les paquets passent une fois par « Routeur1 » et une fois par « Routeur2 ». Le problème vient de la récapitulation par classe automatique (auto-summary) opérée par défaut par RIP. Dans le cas de réseaux discontinus, il faut désactiver cette fonctionnalité sur tous les routeurs.

```
Routeur(config-router)# no auto-summary
```

Question 6

Désactivez l'auto-summary sur les trois routeurs puis testez à nouveau.

PROPAGATION D'UNE ROUTE PAR DÉFAUT

Il est possible pour le routeur d'extrémité de propager aux autres routeurs la route par défaut créée sur celui-ci au moyen de RIP.

Supposez que notre routeur est relié à l'internet sur l'interface Se1/1.

Dans un premier temps, il faut créer la route par défaut :

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial 1/1
```

Ensuite, il faut annoncer cette route via RIP :

```
router rip
Default-information originate
```

Question 7

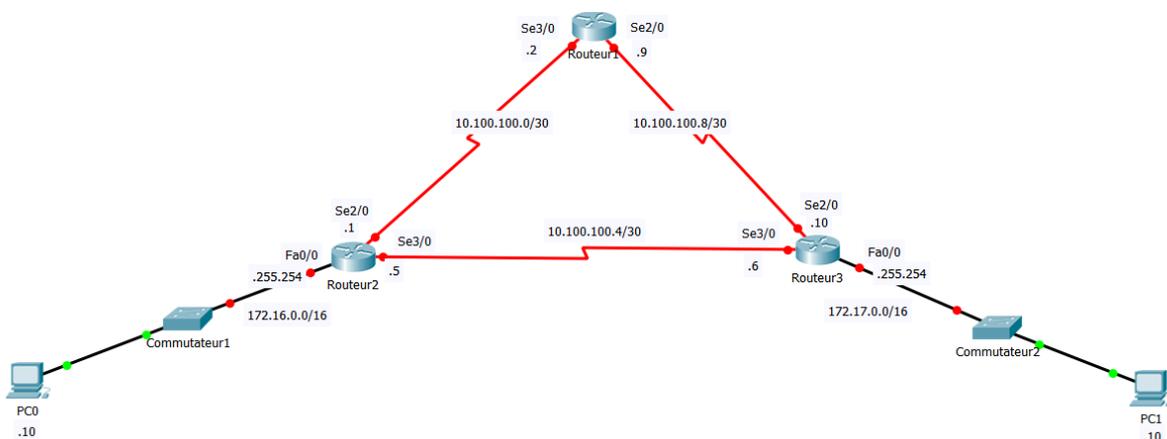
Réalisez la propagation d'une route par défaut sur l'interface de votre choix.

RIP version 2

Le protocole RIP a connu une révision permettant de l'améliorer sensiblement, notamment au niveau de la diffusion des tables de routages (envoi multicast) et au niveau des réseaux pris en charge (classless).

Question 8

À l'aide du logiciel « Cisco Packet Tracer » réalisez la topologie du réseau page suivante.



Topologie du réseau étudié



Vous prendrez soin de mettre en place (en utilisant l'outil « Placer une note (N) »), les informations suivantes : les repères des interfaces, les n° de port et les IP (hôtes et réseaux).

Entrez les commandes suivantes sur le routeur « Routeur2 » :

```
Routeur2(config)#router rip
Routeur2(config)#version 2
Routeur2(config)#network 10.0.0.0
Routeur2(config)#network 172.16.0.0
```



Il n'est pas utile de déclarer les deux réseaux 10.100.100.0/30 et 10.100.100.4/30, car le routeur les considère comme des sous-réseaux du réseau 10.0.0.0/8. Cependant, à l'affichage de la table de routage, les deux sous-réseaux sont bien présents.

Question 9

D'après la configuration de « Routeur2 », procédez à la configurations du routeur « Routeur1 » et « Routeur3 ».

Question 10

Affichez et donnez la table de routage des trois routeurs.

Question 11

Testez la connectivité de niveau 3 entre PC0 et PC1.

Affichez et donnez l'itinéraire entre PC0 et PC1 à l'aide de la commande « traceroute ».



À retenir : le protocole **RIPv2** supporte les réseaux classless, diffuse ses tables en multicast et supporte l'authentification, il **est préféré à la version 1**.

AUTHENTIFICATION ET OPTIMISATION

Un des avantages du protocole RIPv2 est le support d'authentification. Cette authentification permet d'accroître la sécurité du routeur en s'assurant que les annonces reçues proviennent de routeur connus.

Après avoir activé globalement le protocole RIPv2 sur le routeur, il est possible de préciser pour chaque interface du routeur quelle version de RIP va être utilisée.



Par défaut, le protocole RIP va faire de l'agrégation de routes de sous-réseaux (ou du résumé de routes). Cela peut être gênant selon les adresses réseaux retenues sur la topologie. La commande « no auto-summary » tapée dans la configuration du protocole RIP permet de désactiver cette fonctionnalité.

Vous utiliserez la topologie précédente.

Mise en place de l'authentification et de l'optimisation pour l'interface serial 2/0 sur « Routeur2 » :

```
Routeur2(config)#interface serial 2/0
Routeur2(config-if)#ip rip send version 2
```



Travaux Pratiques

Routage dynamique

TP sur le routage
dynamique.doc

1^{ère} année

Page: 10/15

```
Routeur2(config-if)#ip rip receive version 2
Routeur2(config-if)#ip rip authentication mode md5
Routeur2(config-if)#ip rip authentication key chain ripcle
Routeur2(config-if)#exit
Routeur2(config-if)#key chain ripcle
Routeur2(config-keychain)#key 1
Routeur2(config-keychain-key)#key string P@sswOrd
```

Mise en place de l'authentification et de l'optimisation pour l'interface serial 3/0 sur « Routeur2 » :

```
Routeur2(config)#interface serial 3/0
Routeur2(config-if)#ip rip send version 2
Routeur2(config-if)#ip rip receive version 2
Routeur2(config-if)#ip rip authentication mode md5
Routeur2(config-if)#ip rip authentication key chain ripcle
Routeur2(config-if)#exit
```



Il n'est pas nécessaire de recréer un « key chain », puisqu'il en existe déjà un. Cependant, cela suppose que la même clé soit utilisée entre tous les routeurs.

Mise en place de l'authentification et de l'optimisation pour l'interface serial 3/0 sur « Routeur1 » :

```
Routeur1(config)#interface serial 3/0
Routeur1(config-if)#ip rip send version 2
Routeur1(config-if)#ip rip receive version 2
Routeur1(config-if)#ip rip authentication mode md5
Routeur1(config-if)#ip rip authentication key chain ripcle
Routeur1(config-if)#exit
Routeur1(config-if)#key chain ripcle
Routeur1(config-keychain)#key 1
Routeur1(config-keychain-key)#key string P@sswOrd
```

Mise en place de l'authentification et de l'optimisation pour l'interface serial 2/0 sur « Routeur1 » :

```
Routeur1(config)#interface serial 3/0
Routeur1(config-if)#ip rip send version 2
Routeur1(config-if)#ip rip receive version 2
Routeur1(config-if)#ip rip authentication mode md5
Routeur1(config-if)#ip rip authentication key chain ripcle
Routeur1(config-if)#exit
```

Question 12

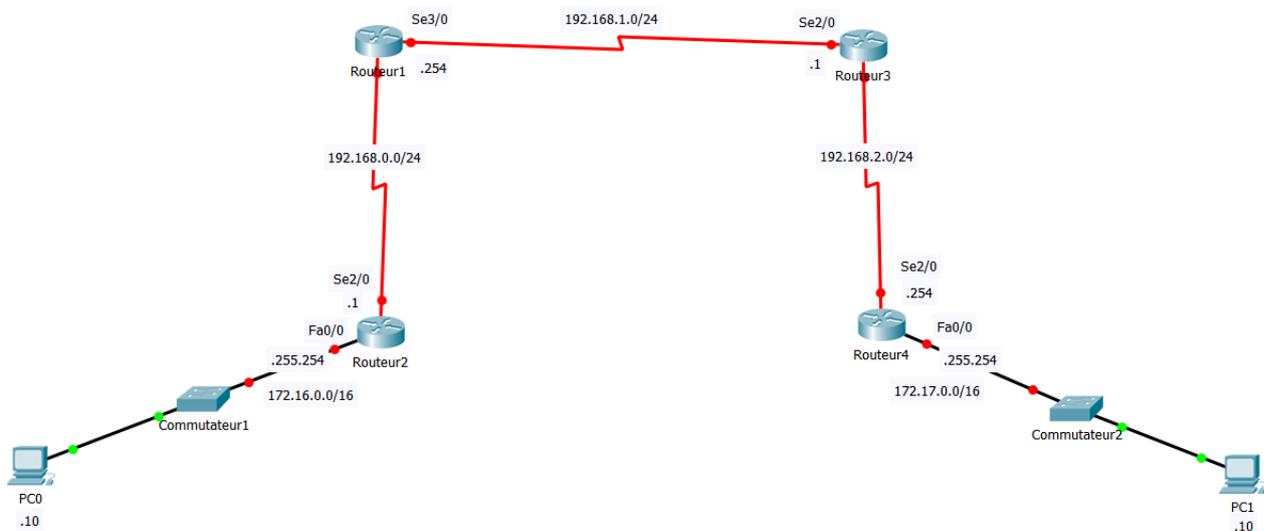
*Mettez en place l'authentification et l'optimisation sur les interfaces de « Routeur3 ».
Affichez puis donnez la table de routage de « Routeur3 ».
Effectuez les tests d'écho de niveau 3 pour tester la connectivité.*

EIGRP

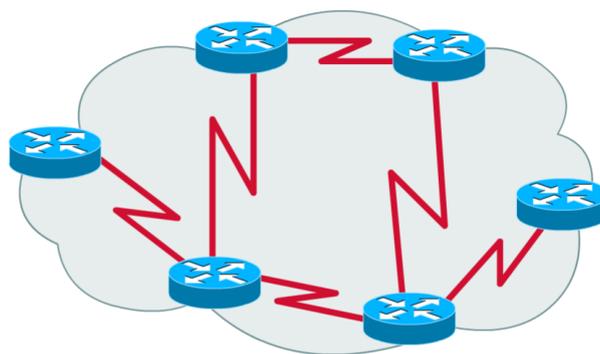
EIGRP (Enhanced Interior Gateway Protocol) est un protocole de routage hybride développé par CISCO. Ce protocole est une évolution du protocole IGRP (devenu obsolète) et présente l'avantage de converger plus rapidement. Il est utilisé dans les réseaux de taille moyenne.

Question 13

À l'aide du logiciel « Cisco Packet Tracer » réalisez la topologie du réseau ci-dessous.



Topologie du réseau étudié – N° SA : 50



Système autonome : routeurs sous une administration commune



Un **système autonome (SA)** est constitué de routeurs pilotés par un ou plusieurs opérateurs, qui présentent une vue cohérente du routage vers l'extérieur. Le NIC (Network Information Center) attribue aux entreprises un numéro de système autonome unique. Ce numéro est un nombre à 16 bits. Un protocole de routage peut exiger que vous indiquiez ce numéro unique dans votre configuration.

Entrez les commandes suivantes sur le routeur « Routeur2 » :

```
Routeur2(config)#router eigrp 50
Routeur2(router)#network 192.168.0.0
Routeur2(router)#network 172.16.0.0
```



Le protocole de routage EIGRP nécessite la configuration d'un numéro de système autonome (ici 50). Tous les routeurs appartenant au même système autonome vont s'échanger les informations de routage.

Question 14

Réalisez la configuration des autres routeurs en vous basant sur la configuration de « Routeur2 ».
Donnez la table de routage de « Routeur1 ». Testez le fonctionnement de la topologie (PC0 vers PC1).



Le protocole de routage EIGRP est un protocole propriétaire Cisco. C'est un protocole hybride. Il présente l'avantage d'avoir en mémoire des routes alternatives, qui peuvent être utilisées rapidement au cas où un lien s'arrête. EIGRP est un protocole classless.

Question 15

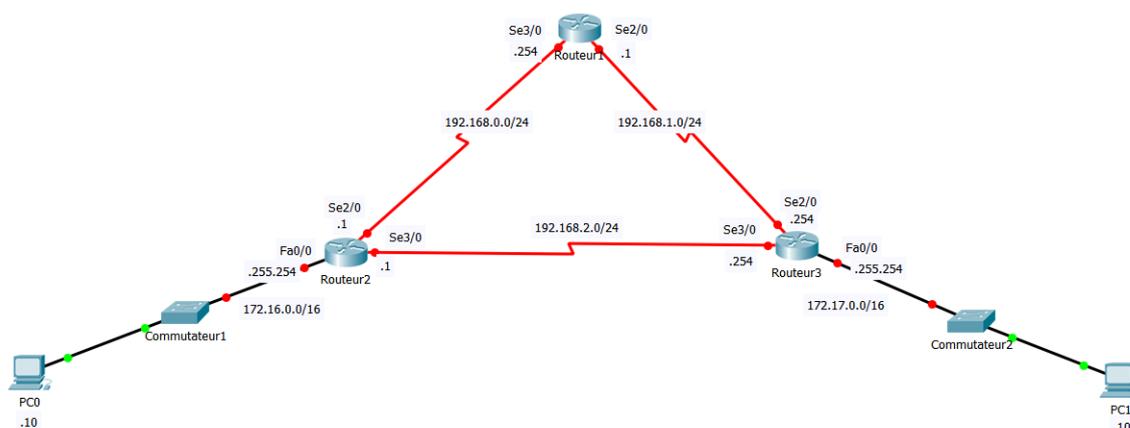
Créez un lien entre le « Routeur2 » et « Routeur3 ». Supprimez le lien entre « Routeur1 » et « Routeur3 ». Testez la connectivité de niveau 3 entre PC0 et PC1.

OSPF

OSPF (Open Shortest Path First) est un protocole de routage à état des liens, son développement est public, ce qui permet de le trouver sur de nombreux systèmes. Ce protocole présente les avantages de converger rapidement et d'être très adaptable. Cependant, il est assez complexe à mettre en œuvre.

Question 16

À l'aide du logiciel « Cisco Packet Tracer » réalisez la topologie du réseau ci-dessous.



Topologie du réseau étudié

Entrez les commandes suivantes sur le routeur « Routeur2 » :

```
Routeur2(router)#router ospf 100
Routeur2(router)#network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 50
Routeur2(router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 50
Routeur2(router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 50
Routeur2(router)#area 50 default-cost 100
```



Le protocole de routage OSPF nécessite la configuration d'un identifiant de processus (ici 100). Vous pouvez également noter la présence du [masque générique](#) et l'option « area » dans la commande « network ». Un coût par défaut de 100 est ensuite associé à la zone 50.

Question 17

Procédez de la même manière pour la configuration des deux autres routeurs.
Testez la connectivité de niveau 3.
Donnez la table de routage de « Routeur3 ».

AUTHENTIFICATION

L'authentification permet d'accroître la sécurité des routeurs et en l'occurrence du protocole de routage, en s'assurant que les annonces reçues proviennent de routeurs connus.

En utilisant la topologie précédente, entrez les commandes ci-dessous :

```
Routeur2(router)#area 50 authentication message-digest
Routeur2(config)#interface Se3/0
Routeur2(config-if)#ip ospf message-digest-key 1 md5 P@sswOrd
Routeur2(config)#interface Se2/0
Routeur2(config)#ip ospf message-digest-key 1 md5 P@sswOrd
```

Question 18

Procédez de la même manière pour la configuration des deux autres routeurs.
Testez la connectivité de niveau 3.
Donnez la table de routage et la configuration de « Routeur3 ».



Pour vérifier l'authentification, vous pouvez utiliser la commande de débogage « debug ip ospf adj ».

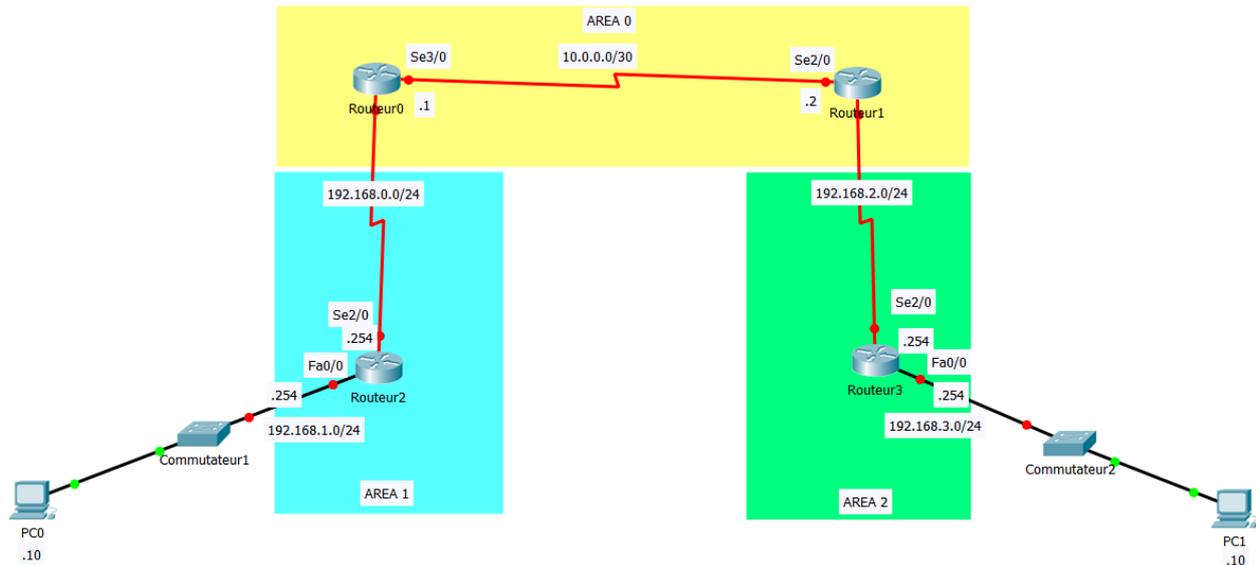
MULTI AREA

Le protocole OSPF supporte le découpage réseau en aires ou zones (appelées « area » en anglais). Ce mécanisme permet la simplification du calcul de l'arborescence de réseaux pour les routeurs d'une zone. Ainsi, au lieu d'avoir un seul arbre reprenant l'ensemble de la topologie, le réseau se compose de multiples zones de taille réduite.

Le travail de certains routeurs est donc simplifié ; à l'inverse, d'autres routeurs placés entre plusieurs zones doivent maintenir plusieurs arbres.

Question 19

À l'aide du logiciel « Cisco Packet Tracer » réalisez la topologie du réseau ci-dessous.



Topologie du réseau étudié

Entrez les commandes suivantes sur le routeur « Routeur0 » :

```
Routeur0(config)#router ospf 1
Routeur0(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0
Routeur0(router)#network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 1
Routeur0(router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 50
```

Question 20

Procédez de la même manière pour la configuration des deux autres routeurs.

Testez la connectivité de niveau 3.

Donnez la table de routage de « Routeur2 ».



En regardant les tables de routage, vous constaterez que les routes ont été apprises soit par une zone locale au routeur (0), soit par une zone « distante » (0 IA).

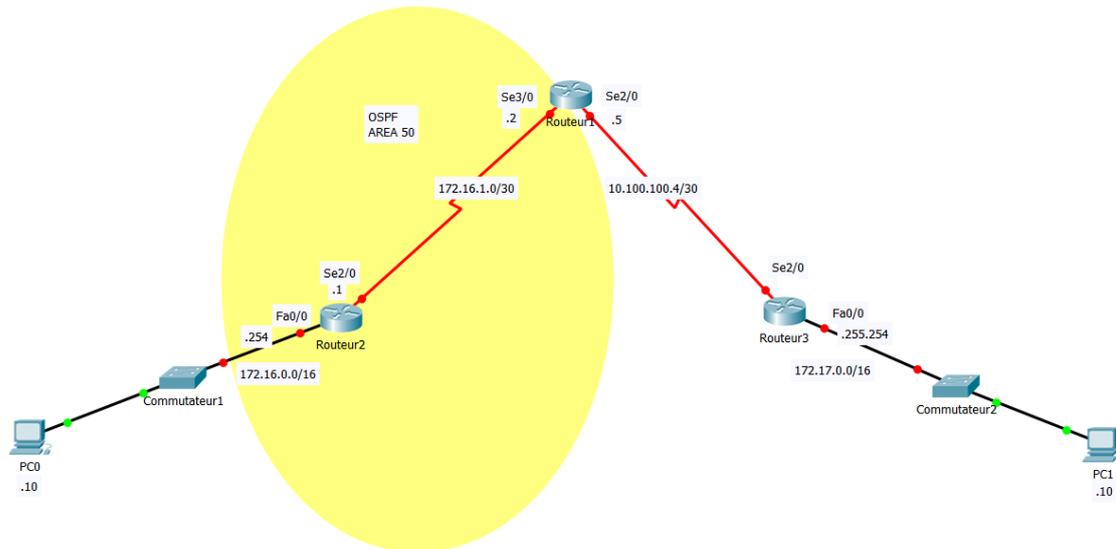
REDISTRIBUTION DE ROUTE

Sur des réseaux de taille importante, plusieurs systèmes de routage peuvent cohabiter, cependant, ils ne partagent pas directement leurs informations de routage.

En conséquence, il est possible de configurer les routeurs pour qu'ils redistribuent leurs routes dans d'autres protocoles de routage.

Question 21

À l'aide du logiciel « Cisco Packet Tracer » réalisez la topologie du réseau ci-dessous.



Topologie du réseau étudié

Question 22

Mettez en place le protocole de routage OSPF sur « Routeur1 » et « Routeur2 ».
Configurez le routage statique entre « Routeur1 » et « Routeur3 ».

Pour la redistribution des routes, entrez les commandes suivantes sur le routeur « Routeur1 » :

```
Routeur1(router)#redistribute static
Entrez les commandes suivantes sur « Routeur3 » :
```

```
Routeur3(config)#network ip 0.0.0.0 0.0.0.0 10.100.100.5
```

Question 23

Testez la connectivité de niveau 3.
Donnez la table de routage de « Routeur2 ».

ALLER PLUS LOIN

Question 24

Faites quelques recherches sur Internet concernant les méthodes de routage suivantes :

- OSPF stub area ;
- OSPF totally stubby area ;
- Optimisation d'OSPF et les paquets « Hello ».

Essayez de réaliser des topologies « exemples » sur Cisco Packet Tracer en utilisant les différentes méthodes ci-dessus.

FAITES VALIDER LE TRAVAIL PAR LE PROFESSEUR