



**Université Abdelmalek Essaadi**  
**Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Al-Hoceima**  
**Département Mathématiques et Informatique**  
**Parcours : GI– S4**  
**Année universitaire : 2010 - 2021**



**Cours du module : Interconnexion et Administration des réseaux**

## **Chapitre 5 : Routage dynamique à vecteur de distance**

***Pr. Y. El Borji***

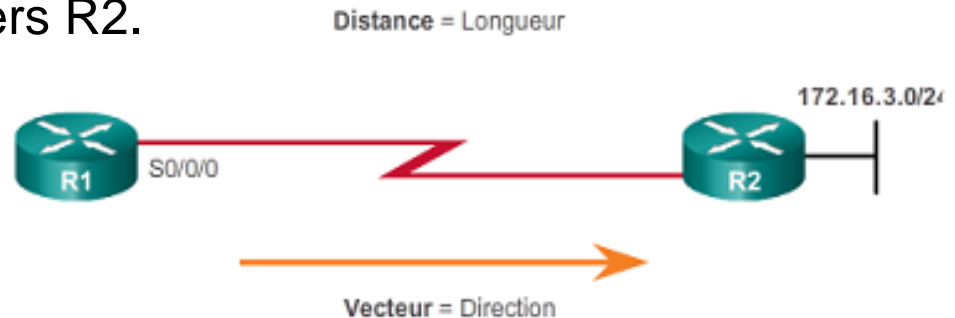


# Routage Dynamique

## Protocoles de routage à vecteur de distance

2

- Le vecteur de distance signifie que les routes sont annoncées grâce à deux caractéristiques :
  - **Distance** - Identifie la distance par rapport au réseau de destination et est basée sur une métrique comme le nombre de sauts, le coût, la bande passante, le délai, etc.
  - **Vecteur** - Indique la direction de l'interface du routeur de tronçon suivant ou de l'interface de sortie pour atteindre sa destination.
- Par exemple, dans la figure présentée, R1 sait que la distance pour atteindre le réseau 172.16.3.0/24 est de 1 saut et que la direction est celle de l'interface S0/0/0 vers R2.



# Routage Dynamique

## Protocoles de routage à vecteur de distance

3

- Un routeur utilisant un protocole de routage à vecteur de distance ne connaît pas le chemin complet vers un réseau de destination.
- Les protocoles à vecteur de distance utilisent les routeurs comme poteaux indicateurs le long du chemin et ceci jusqu'à la destination finale. La seule information dont dispose un routeur à propos d'un réseau distant est la distance ou **métrique** d'éloignement de ce réseau et le chemin ou l'interface à utiliser pour y accéder.
- Il existe quatre protocoles IGP à vecteur de distance IPv4 :
  - **RIPv1** - Protocole ancien de première génération
  - **RIPv2** - Protocole de routage à vecteur de distance simple
  - **IGRP** - Protocole propriétaire Cisco de première génération (obsolète et remplacé par EIGRP)
  - **EIGRP** - Version avancée du routage à vecteur de distance

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

4

### ■ Technologies de vecteur à distance :

- Les protocoles de routage à vecteur de distance partagent les mises à jour entre voisins;
- Les voisins sont des routeurs qui partagent une liaison et qui sont configurés de manière à utiliser le même protocole de routage ;
- Le routeur ne connaît que les adresses réseau de ses propres interfaces et les adresses des réseaux distants qu'il peut atteindre par le biais de ses voisins ;
- Les routeurs utilisant le routage à vecteur de distance ne connaissent pas la topologie du réseau ;
- Certains protocoles de routage à vecteur de distance envoient des mises à jour périodiques. Par exemple, le protocole **RIP** envoie une mise à jour périodique à tous ses voisins toutes les 30 secondes (même si la topologie n'a pas changé) ;

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

5

### ■ Technologies de vecteur à distance :

- Le protocole **RIPv1** atteint l'ensemble de ses voisins en envoyant des mises à jour à l'adresse IPv4 de tous les hôtes, 255.255.255.255, par le biais d'une diffusion ;
- *La diffusion de mises à jour périodiques est inefficace, car les mises à jour consomment de la bande passante et pèsent sur les ressources processeur des périphériques réseau ;*
- Les protocoles **RIPv2** et **EIGRP** utilisent des adresses de multidiffusion de façon à ce que seuls les voisins qui requièrent des mises à jour les reçoivent ;
- Le protocole **EIGRP** peut également envoyer un message monodiffusion uniquement au voisin affecté. *En outre, le protocole **EIGRP** envoie uniquement des mises à jour lorsque nécessaire, plutôt que régulièrement.*
- Les deux protocoles modernes de routage à vecteur de distance **IPv4** sont **RIPv2** et **EIGRP**. Les protocoles **RIPv1** et **IGRP** sont indiqués uniquement à des fins de précision historique

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

6

### ■ Algorithme de vecteur à distance :

L'algorithme de routage sert à calculer les meilleurs chemins et à envoyer ces informations aux voisins.

L'algorithme utilisé pour les protocoles de routage définit les processus suivants :

- ☐ **Mécanisme** d'envoi et de réception des informations de routage
- ☐ **Mécanisme** de calcul des meilleurs chemins et d'installation de routes dans la table de routage
- ☐ **Mécanisme** de détection des modifications topologiques et de réaction à celles-ci

Les protocoles de routage utilisent des algorithmes différents :

- ☐ **RIP** utilise l'algorithme **Bellman-Ford** en tant qu'algorithme de routage.
- ☐ **IGRP** et **EIGRP** utilisent l'algorithme de routage **DUAL** (Diffusing Update Algorithm)

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

7

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

- Le protocole **RIP** (Routing Information Protocol) était un protocole de routage de première génération pour le protocole **IPv4**
- Les principales caractéristiques du protocole **RIPv1** sont les suivantes :
  - *Les mises à jour de routage sont diffusées (255.255.255.255) toutes les 30 secondes.*
  - *Le nombre de sauts est utilisé comme métrique de sélection d'un chemin.*
  - *Un nombre de sauts supérieur à 15 est considéré comme étant infini (trop loin). Le routeur de ce 15e saut ne propagerait pas la mise à jour de routage au routeur suivant.*

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

8

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

Le protocole **RIPv2** a apporté les améliorations suivantes :

- Les principales caractéristiques du protocole **RIPv2** sont les suivantes :
  - **Protocole de routage sans classe** ;
  - **Efficacité accrue** - Transmet les mises à jour à l'adresse de multidiffusion 224.0.0.9, au lieu de l'adresse de diffusion 255.255.255.255 ;
  - **Entrées de routage réduites** - Prend en charge la récapitulation de route manuelle sur n'importe quelle interface ;
  - **Sécurité** - Prend en charge un mécanisme d'authentification visant à sécuriser les mises à jour des tables de routage entre les voisins ;



# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

9

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

#### ➤ Configuration protocole **RIP**:

Commandes	Explications
Router(config)#router rip	<b>Activer le RIP</b>
Router(config-router)# version {1,2}	<b>Définir la version</b>
Router(config)#network X.X.X.X	<b>Déclaration des réseaux connectés aux interfaces du routeur</b>
Router(config-router)# default-information originate	<b>propagation de la route par défaut</b>

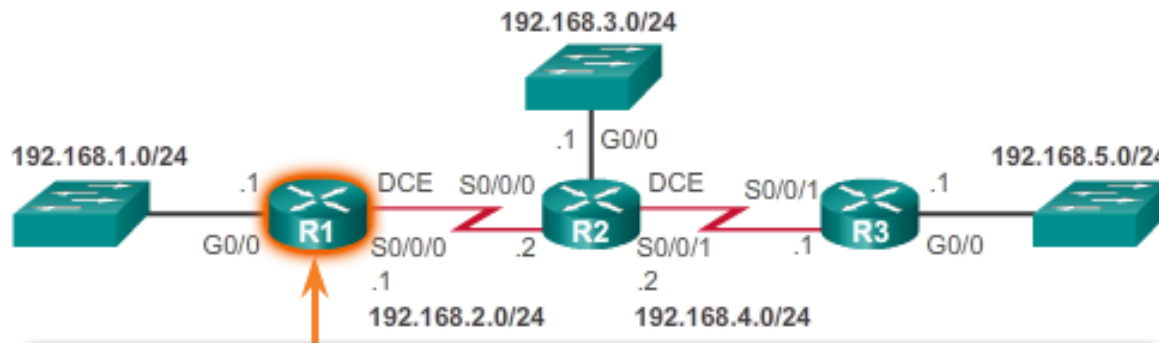
# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

10

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

- Configuration protocole **RIP**:
- **Annonce des réseaux R1:**



```
R1(config)# router rip
R1(config-router)# network 192.168.1.0
R1(config-router)# network 192.168.2.0
R1(config-router)#
```

On utilise la commande version pour spécifier la version de protocole RIP à utiliser.

Exemple : R1 (config-router)#version 2

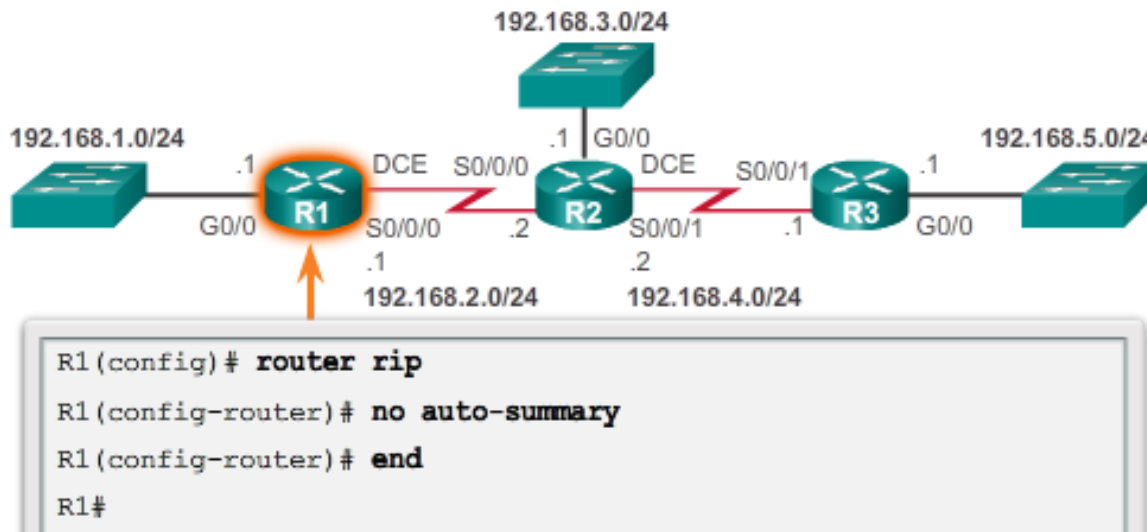
# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

11

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

- Configuration protocole **RIP** :
- **Désactiver la récapitulation sur R1:**



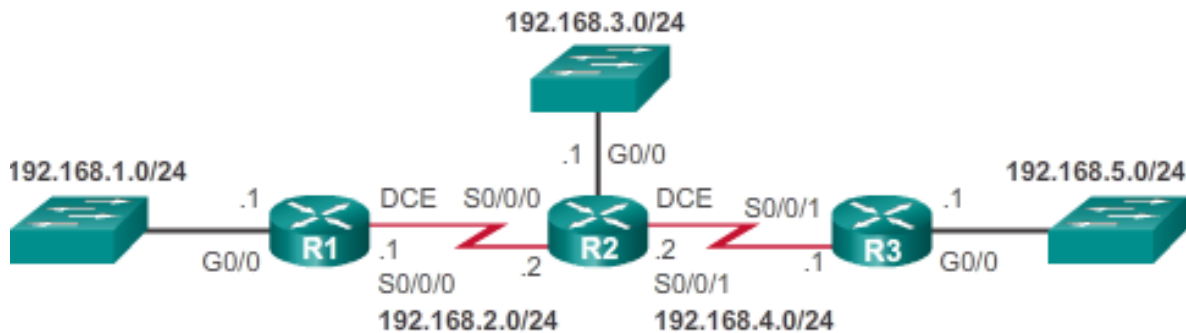
# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

12

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

- Configuration protocole **RIP** :
- Configuration des interfaces passives sur R1:



```
R1 (config)# router rip
R1 (config-router)# passive-interface g0/0
R1 (config-router)# end
R1#
```

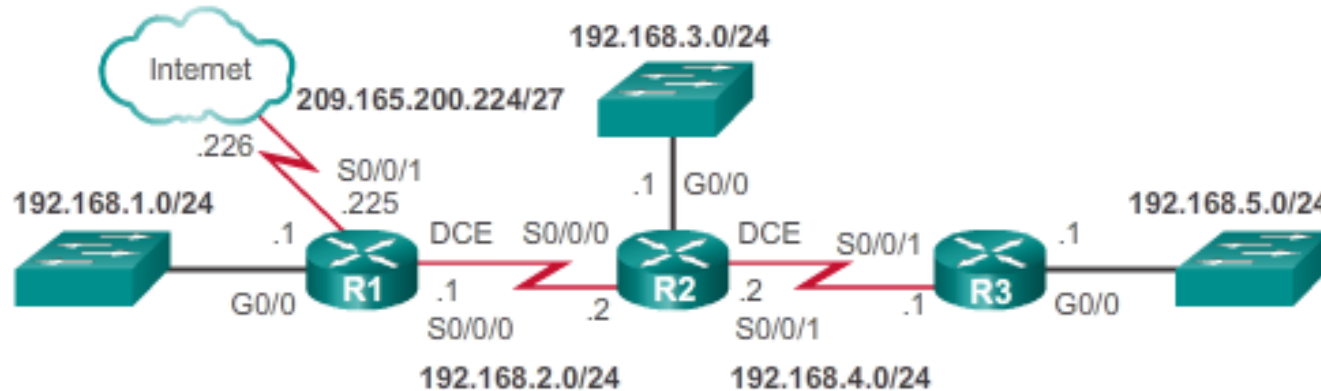
# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

13

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

- Configuration protocole **RIP** :
- Configuration d'une route par défaut sur R1:



```
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S0/0/1 209.165.200.226
R1(config)# router rip
R1(config-router)# default-information originate
R1(config-router)# ^Z
R1#
```

# Routage Dynamique

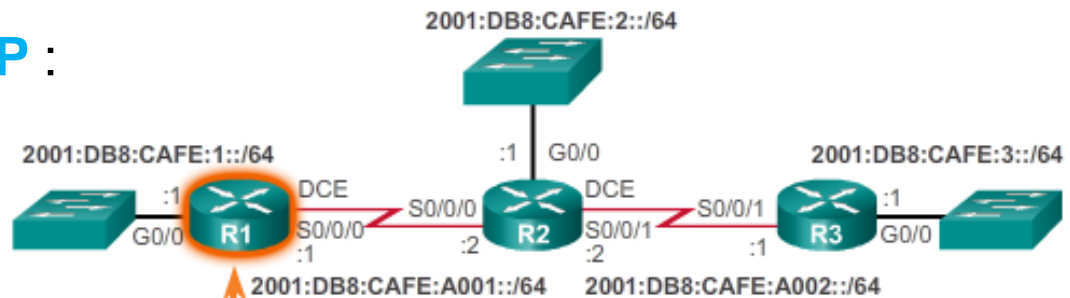
## Routage dynamique à vecteur de distance

14

### Protocole **RIP** de routage à vecteur de distance

#### ➤ Configuration protocole **RIP** :

⇒ Activation de  
RIPng IPV6 sur  
les interfaces de R1



```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)#
R1(config)# interface gigabitethernet 0/0
R1(config-if)# ipv6 rip RIP-AS enable
R1(config-if)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface serial 0/0/0
R1(config-if)# ipv6 rip RIP-AS enable
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)#
```

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

15

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

- Le protocole **EIGRP** (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) est un protocole propriétaire **Cisco**, c'est une version améliorée d'**IGRP** qui utilise la même technologie à vecteur de distance. Les améliorations portent principalement sur :
  - ☐ Les propriétés de convergence
  - ☐ L'efficacité des opérations du protocole
- Même s'il s'agit d'un protocole de type "vecteur de distance", il dispose d'une série de caractéristiques que l'on retrouve par exemple dans **OSPF** qui est un protocole d'état des liens comme l'établissement de relations d'adjacence

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

16

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ Les caractéristiques principales d'EIGRP sont :

- ☐ Protocole de routage Classless, avec support du VLSM
- ☐ Calcul anticipé de routes alternatives sans boucle (algorithme DUAL).
- ☐ Mises à jour incrémentales avec adressage multicast
- ☐ Supporte IPV4 et IPV6
- ☐ Métrique composite (Tenant compte bande passante et délai des interfaces)
- ☐ Découverte de voisins
- ☐ Supporte l'équilibrage de charge à cout égale et inégale
- ☐ Etat des routes (Active et Passive)
- ☐ Authentification des messages de routage.
- ☐ Distance administrative de 90 (Interne) et 170 (Externe)



# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

17

Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance : **Terminologie EIGRP**

<b>Voisin</b>	Routeur voisin directement connecté qui utilise aussi <b>EIGRP</b>
<b>Tableau de voisinage</b>	Table contenant une liste de tous les voisins
<b>Table de topologie</b>	Table contenant tous les réseaux appris par les voisins
<b>Table de routage</b>	Table de routage pour un protocole routé précis
<b>Distance annoncée (AD)</b>	Métrique diffusée par un voisin. Appelé aussi <b>RD</b>
<b>Distance de faisabilité (FD)</b>	Plus petite métrique pour une destination donnée
<b>Condition de faisabilité (FC)</b>	Un voisin informe une <b>AD</b> plus petite que la <b>FD</b>
<b>Successeur</b>	Voisin utilisé comme prochain saut pour une destination donnée
<b>Successeur potentiel (FS)</b>	Voisin vérifiant la <b>FC</b> . Potentiellement éligible en tant que successeur
<b>Stuck In Active (SIA)</b>	Etat d'un routeur lorsqu'une route reste active après dépassement d'un certain temps.

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

18

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ **LES TABLES EIGRP :**

##### **Table de voisinage :**

- Liste tous les voisins directement connectés
- Le routeur du prochain saut
- Interface

##### **Table topologique :**

- Liste tous les routes apprises par les voisins EIGRP
- Destination
- Métrique

##### **Table de routage**

- Les meilleurs chemins de la table topologique vont être copiés dans la table de routage

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

19

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ Types de paquets EIGRP :

EIGRP utilise cinq types de paquets différents via un protocole Cisco appelé Reliable Transport Protocol (**RTP**) pour la communication entre les routeurs parlant EIGRP :

Type de paquet	Description
<b>Hello</b>	Message utilisé pour découvrir les voisins et les maintenir dans la table de voisinage.
<b>Update</b>	Paquet du protocole Hello contenant les informations sur les changements du réseau.
<b>Query</b>	Paquet du protocole Hello demandant aux voisins l'existence d'un FS.
<b>Reply</b>	Paquet du protocole Hello répondant à un paquet Query.
<b>ACK (accusé de réception)</b>	Paquet du protocole Hello accusant réception des autres messages du protocole Hello. Le fenêtrage de RTP est fixé à 1. Ceci signifie que chaque paquet Update doit être suivi d'un ACK.

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

20

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ Métrique EIGRP

□ Le protocole de routage EIGRP calcule les métriques sur base de 5 paramètres combinés à 5 coefficients K :

- K1 Bande passante
- K2 Charge
- K3 Délai
- K4 Fiabilité
- K5 MTU

□ La formule est :

$$m = 256 \cdot (K1 \cdot BP + \frac{K2 \cdot BP}{256 - Charge} + K3 \cdot Delai) \cdot \frac{K5}{Fiabilite + K4}$$

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

21

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ Métrique EIGRP

- **BP** est défini comme  $10^7$  kbit/s divisé par la bande passante la plus faible le long du chemin.
- **Charge** et **Fiabilité** sont des valeurs entières de 0 à 255 déterminées en fonction de la performance du lien.
- **Délai** est la somme des délais en dizaines de microsecondes. Ce délai est fixé arbitrairement à 20 000  $\mu$ s pour les connexions série et à 1 000  $\mu$ s pour les connexions Ethernet.
- les constantes (K1 à K5) peuvent être modifiées par l'utilisateur pour obtenir des comportements différents. Si K5 est à zéro, le rapport K4/K5 n'est pas utilisé (par exemple valorisé à 1).

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

22

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ Métrique EIGRP

- Par défaut, **K1** et **K3** sont à 1, et le reste à zéro, réduisant la formule à :

$$m = 256 \cdot \left( \frac{10^7}{\min(\text{bandwidth})} + \sum \frac{\text{delais}}{10} \right)$$

- $\min(\text{bandwidth})$  est la bande passante minimale le long du chemin, exprimée en kbit/s
- les délais sont exprimés en microsecondes.

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

23

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ Métrique EIGRP

- Utiliser la commande **show interfaces** pour voir les valeurs utilisées pour la métrique EIGRP :

```
R3#show interfaces serial 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is HD64570
Internet address is 172.31.1.198/30
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set, keepalive set (10 sec)
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
    Conversations 0/0/256 (active/max active/max total)
    Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
    Available Bandwidth 1158 kilobits/sec
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
```

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

24

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ■ L'algorithme **DUAL** (Diffusing Update Algorithm) permet de :

- ☐ Maintient ma table topologique à jour
  - ☐ Gestion d'envoi des paquets (Update, Query, Reply et ACK)
  - ☐ Sélectionne les Feasible Successors et Successors
  - ☐ Remplit la table de routage
- ☐ La condition de faisabilité (**FC**) est déterminée lorsque la distance annoncée (**AD**) d'un voisin vers un réseau donné est inférieure à la distance de faisabilité (**FD**) d'un voisin EIGRP vers le même réseau de destination.
  - ☐ **LE CRITERE DE FAISABILITE → DISTANCE ANNONCEE < DISTANCE FAISABLE EN COURS**
    - **FD** : Le metric entre la source et la destination
    - **AD** : le metric entre le routeur voisin et le destination



# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

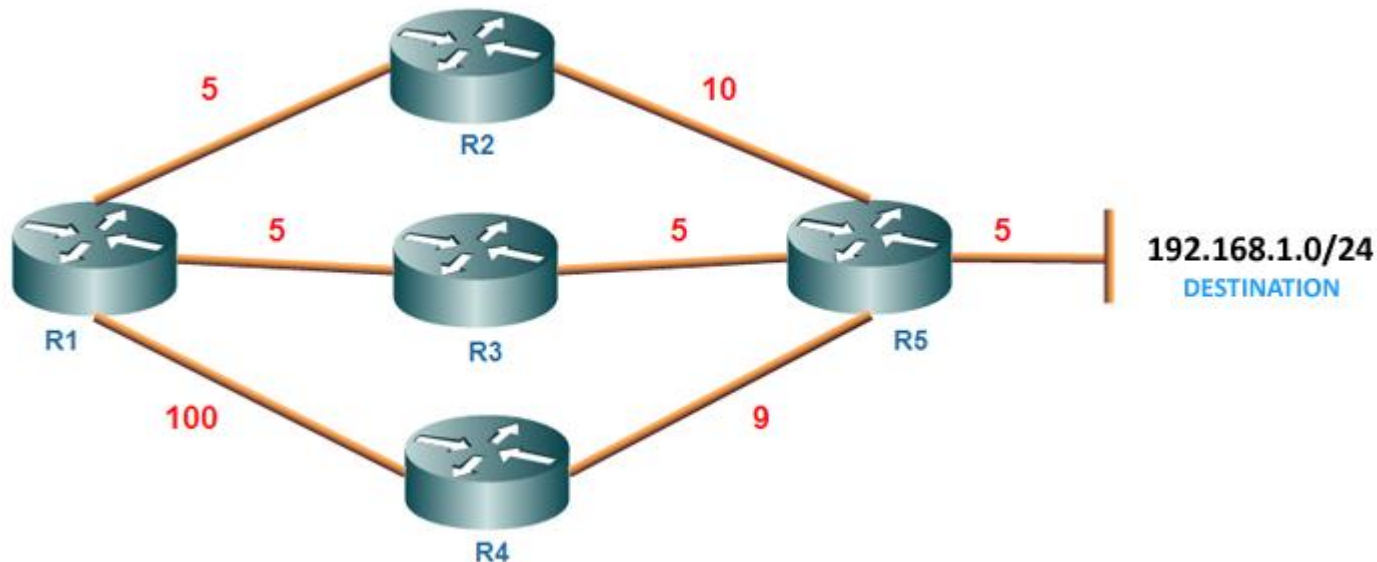
25

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### Exemple : Définir Successeur et Successeur potentiel

On est sur **R1** et nous voulons atteindre la destination

- Quel est le successeur (le meilleur chemin)?
- Quel est le successeurs potentiel (chemins de secours) ?



# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

26

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### Exemple : Définir Successeur et Successeur potentiel

- La destination est loin du Routeur **R2** de 15
- La destination est loin du Routeur **R3** de 10
- La destination est loin du Routeur **R4** de 14

Nous pouvons maintenant remplir la partie de la distance annoncée de la table:

	Destination	Voisins	AD	FD
Router <b>R1</b>	192.168.1.0/24	<b>R2</b>	15	20
		<b>R3</b>	10	15
		<b>R4</b>	14	114

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

27

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### Exemple : Définir Successeur et Successeur potentiel

Quel est le successeur ?

- le «Successeur» est le routeur qui nous donne la plus petite métrique vers la destination, donc qui a la plus petite «Feasible Distance»

	Destination	Voisins	AD	FD	
Router <b>R1</b>	192.168.1.0/24	<b>R2</b>	15	20	
		<b>R3</b>	10	15	<b>SUCCESEUR</b>
		<b>R4</b>	14	114	

- Le routeur qui annonce cette route sera alors le prochain saut vers cette destination. C'est cette route qui sera placée dans la table de routage.

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

28

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### Exemple : Définir Successeur et Successeur potentiel

Quel est le successeur potentiel ?

- Pour qu'une route soit considérée comme «Feasible Successor» il faut que la Distance annoncée **AD**[FS] de cette route soit strictement inférieure à la Distance de faisabilité **FD**[S] de la meilleure route. **AD**[FS] < **FD**[S]
- La distance annoncée de routeur R2 est 15, qui est égale à la distance de faisabilité de routeur R3 qui est aussi 15. Elle doit être inférieure ! **AD**[FS] = **FD**[S]  
⇒ Donc le routeur R2 ne sera pas un successeur potentiel .
- La distance annoncée du routeur R4 est de 14 qui est inférieure à la distance de faisabilité du routeur R3 qui est de 15. **AD**[FS] < **FD**[S]

	Destination	Voisins	AD	FD	
Router R1	192.168.1.0/24	R2	15	20	
		R3	10	15	SUCCESEUR
		R4	14	114	SUCCESEUR POTENTIEL

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

29

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### **Exemple 2 : Définir Successeur et Successeur potentiel**

Un routeur a, dans sa topologie, trois routes vers le subnet 192.168.0.0 /24 :

- Route n°1 : via 10.0.0.1, RD=1000, FD=2000
- Route n°2 : via 10.0.1.1, RD=1500, FD=2750
- Route n°3 : via 10.0.2.1, RD=2500, FD=3000

Trouver le successeur et le successeur potentiel ?

#### **Solution** :

la Route n°1 sera le «Successor», puisque c'est la plus petite **FD**. la Route n°2 sera un «Feasible Successor» car **RD(route2) < FD(route1)** la Route n°3 ne sera pas un «Feasible Successor», parce que **RD(route3) > FD(route1)**

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

30

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ➤ Configuration protocole **EIGRP**:

Commandes	Explications
Router(config)# <b>router eigrp</b> <i>ID</i>	Activer EIGRP avec un numéro ID (numéro du système Autonome )
Router(config-router)# <b>network</b> @ de <i>réseau masque générique</i>	Définir le réseau voisin avec le masque générique (masque inverse)
Router(config-router)# <b>eigrp router-id</b> <i>ipv4-address</i>	Configurer L'id du routeur afin d'identifier de façon unique chaque routeur dans le domaine de routage EIGRP

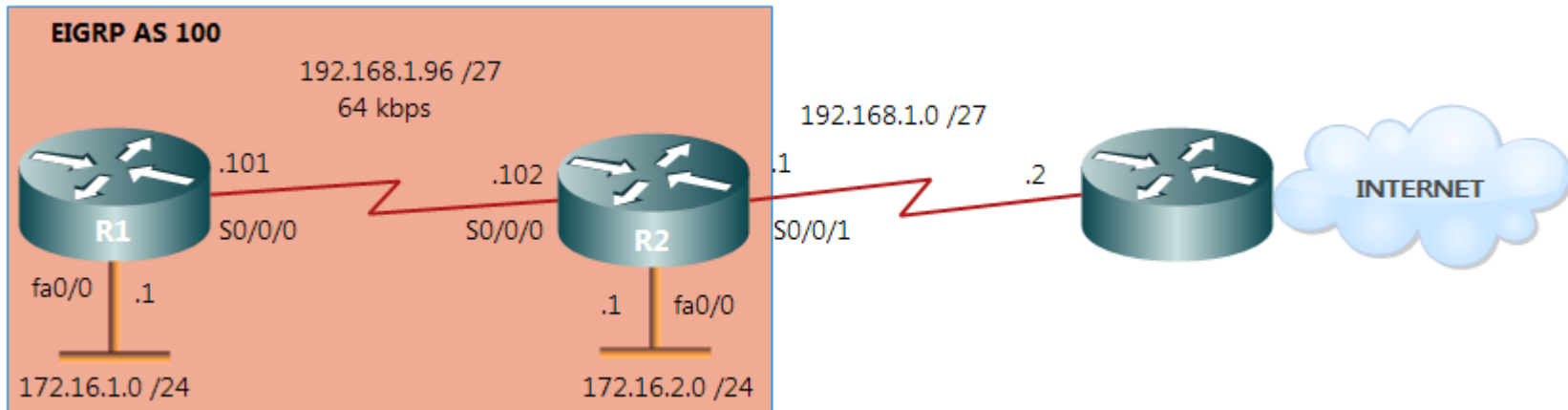
# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

31

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ➤ Exemple de configuration de l'EIGRP:



```
R1(config)# router eigrp 100
R1(config-router)# network 192.168.1.96 0.0.0.31
R1(config-router)# network 172.16.1.0 0.0.0.255
R1(config-router)# end
```

```
R2(config)# router eigrp 100
R2(config-router)# network 192.168.1.96 0.0.0.31
R2(config-router)# network 172.17.2.0 0.0.0.255
R2(config-router)# end
```

# Routage Dynamique

## Routage dynamique à vecteur de distance

32

### Protocole **EIGRP** de routage à vecteur de distance

#### ➤ Vérification de la configuration de l'EIGRP:

- **show ip eigrp neighbors** : Pour afficher la table de voisinage et vérifier que le protocole EIGRP
- **show ip protocols** : Pour afficher les différents types de sorties spécifiques à chaque protocole de routage.
- **show ip route** : Pour vérifier que les routes reçues par les voisins EIGRP sont installées dans la table de routage IPv4.