

CHAPITRE 11 : Le protocole de routage EIGRP Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

Mohammed SABER

Département Électronique, Informatique et Télécommunications
École Nationale des Sciences Appliquées "ENSA"
Université Mohammed Premier OUJDA

Année Universitaire : 2017-2018

- 1 Introduction
- 2 Caractéristiques du protocole EIGRP
- 3 Fonctionnement du protocole EIGRP
- 4 Métrique du protocole EIGRP
- 5 Algorithme DUAL et table topologique
- 6 Configuration du protocole EIGRP
- 7 Vérification du protocole EIGRP

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Caractéristiques du protocole EIGRP
- 3 Fonctionnement du protocole EIGRP
- 4 Métrique du protocole EIGRP
- 5 Algorithme DUAL et table topologique
- 6 Configuration du protocole EIGRP
- 7 Vérification du protocole EIGRP

- Le protocole EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) est un protocole de routage à vecteur de distance avancé développé par Cisco Systems.
- Comme son nom l'indique, le protocole EIGRP est une version améliorée d'un autre protocole de routage Cisco, IGRP (Interior Gateway Routing Protocol).
- IGRP est un ancien protocole de routage à vecteur de distance, sans classe, devenu obsolète depuis IOS 12.3.
- Le protocole EIGRP est un protocole de routage à vecteur de distance qui comprend des fonctions disponibles dans les protocoles de routage à état de liens.
- Ce protocole convient à de nombreux supports et topologies différents.
- Dans un réseau bien conçu, le protocole EIGRP peut mettre à l'échelle pour inclure plusieurs topologies et peut fournir des temps de convergence extrêmement rapides avec un trafic réseau minimal.

Plan de chapitre

- 1** Introduction
- 2** Caractéristiques du protocole EIGRP
- 3** Fonctionnement du protocole EIGRP
- 4** Métrique du protocole EIGRP
- 5** Algorithme DUAL et table topologique
- 6** Configuration du protocole EIGRP
- 7** Vérification du protocole EIGRP

Fonctionnalités de base du protocole EIGRP

- Le protocole EIGRP a été initialement lancé en 1992 en tant que protocole propriétaire disponible uniquement sur les périphériques Cisco.
- Le protocole EIGRP comprend à la fois les fonctionnalités des protocoles de routage à état de liens et à vecteur de distance.
- Toutefois, le protocole EIGRP reste basé sur le principe clé du protocole de routage à vecteur de distance, selon lequel les informations sur le reste du réseau sont acquises par les voisins connectés directement.
- Le protocole EIGRP est un protocole de routage à vecteur de distance avancé qui comprend des fonctionnalités indisponibles dans d'autres protocoles de routage à vecteur de distance tels que RIP.
- EIGRP envoie d'abord toutes ses informations de routage à un voisin et ensuite seulement des mises à jour.



Fonctionnalités de base du protocole EIGRP

Algorithme DUAL (Diffusing Update Algorithm)

- En tant que moteur de calcul du protocole EIGRP, l'algorithme de diffusion de mise à jour DUAL se trouve au centre du protocole de routage.
- DUAL garantit des chemins de secours sans boucle dans tout le domaine de routage.
- Grâce à DUAL, le protocole EIGRP stocke toutes les routes de sauvegarde disponibles afin de pouvoir s'adapter rapidement à d'autres routes en cas de besoin.

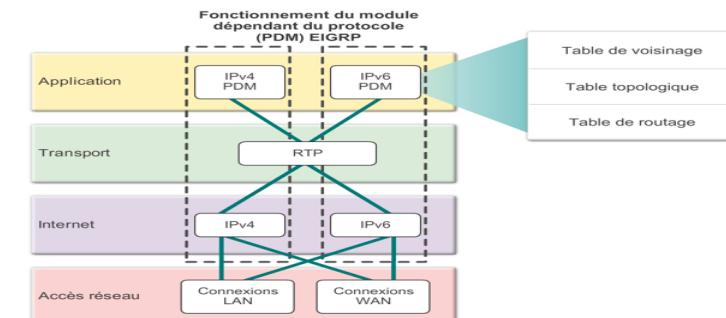
Mises à jour partielles et limitées

- **Limitées** : les mises à jour ne sont envoyées qu'aux routeurs concernés.
- **Partielles** : la mise à jour ne contient que l'indication de la route ayant changée et pas toute la table de routage. Cela permet de réduire la bande passante requise pour envoyer les mises à jour du protocole EIGRP.
- **Non périodiques** : les mises à jours sont envoyées lors d'un changement de topologie.

Fonctionnalités de base du protocole EIGRP

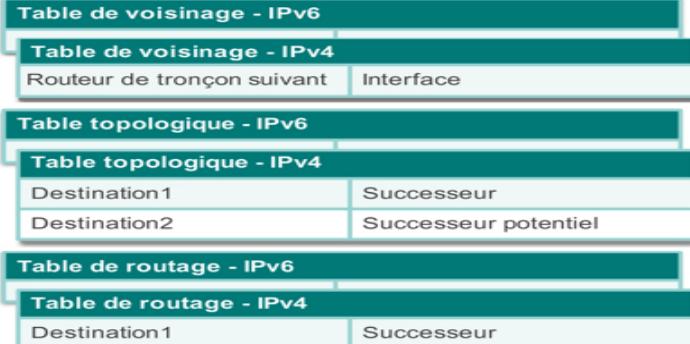
Protocole de transport fiable

- Le protocole de transport fiable (RTP, Reliable Transport Protocol) est propre au protocole EIGRP et assure l'acheminement des paquets EIGRP aux voisins.
- Le protocole RTP et le suivi des contiguités de voisinage jettent les bases de DUAL.



Établissement des contiguités de voisinage

- Le protocole EIGRP établit des relations avec les routeurs connectés directement sur lesquels le protocole EIGRP est activé.
- Les contiguités de voisinage servent à suivre l'état de ces voisins.



Équilibrage de charge à coût égal et inégal

Le protocole EIGRP prend en charge l'équilibrage de charge à coût égal et l'équilibrage de charge à coût inégal, qui permettent aux administrateurs de mieux répartir le flux du trafic vers leurs réseaux.

Authentification

- Comme d'autres protocoles de routage, EIGRP peut être configuré pour l'authentification.
- Il est recommandé d'authentifier les informations de routage transmises pour s'assurer que les routeurs acceptent uniquement les informations de routage d'autres routeurs configurés avec le même mot de passe ou les mêmes informations d'authentification.



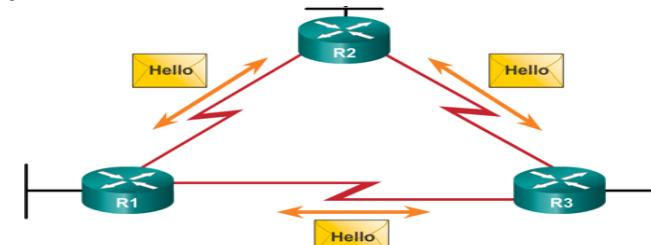
Types de paquets EIGRP

- EIGRP utilise cinq types de paquets différents, dont certains par paires.
- Les paquets EIGRP sont envoyés via RTP et peuvent être acheminés via monodiffusion, multidiffusion ou parfois les deux modes.
- Les types de paquets EIGRP sont également appelés formats de paquets EIGRP ou messages EIGRP.

Type de paquet	Description
Hello	Utilisé pour détecter d'autres routeurs EIGRP dans le réseau.
Accusé de réception	Utilisé pour accuser réception de tout paquet EIGRP.
Mise à jour	Transmet les informations de routage vers des destinations connues.
Requête	Utilisée pour demander des informations spécifiques à un routeur voisin.
ICMP	Utilisée pour répondre à une requête.

Paquets Hello EIGRP

- Le protocole EIGRP utilise des petits paquets Hello pour détecter d'autres routeurs connectés directement sur lesquels le protocole EIGRP est activé.



- Les routeurs utilisent les paquets Hello pour former des contiguités de voisinage EIGRP, également appelées relations de voisinage.

- Les paquets Hello EIGRP sont envoyés en multidiffusion IPv4 ou IPv6 via le mode d'acheminement RTP non fiable. Autrement dit, le destinataire n'a pas besoin de renvoyer un paquet de reçu.

- L'adresse de multidiffusion EIGRP réservée pour IPv4 est 224.0.0.10.
- L'adresse de multidiffusion EIGRP réservée pour IPv6 est FF02 : A.

Paquets Hello EIGRP

- Le protocole EIGRP utilise un minuteur de mise en attente pour déterminer le temps maximal pendant lequel le routeur doit attendre le prochain paquet Hello avant de déclarer que ce voisin est inaccessible.

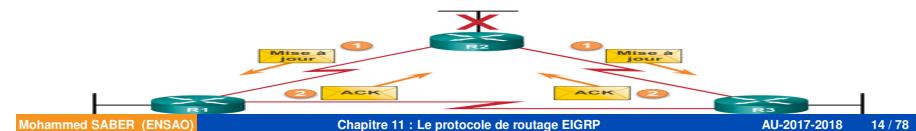
Bande passante	Exemple de liaison	Intervalle Hello par défaut	Temps d'attente par défaut
1,544Mbit/s	Relais de trames multipoint	60secondes	180secondes
Supérieur à 1,544 Mbit/s	T1, Ethernet	5secondes	15secondes

- Par défaut, le temps d'attente correspond à 3 fois l'intervalle Hello.
- À l'expiration du temps d'attente, le protocole EIGRP déclare la route désactivée et DUAL recherche un nouveau chemin en envoyant des demandes.

Paquets de mise à jour et de reçu EIGRP

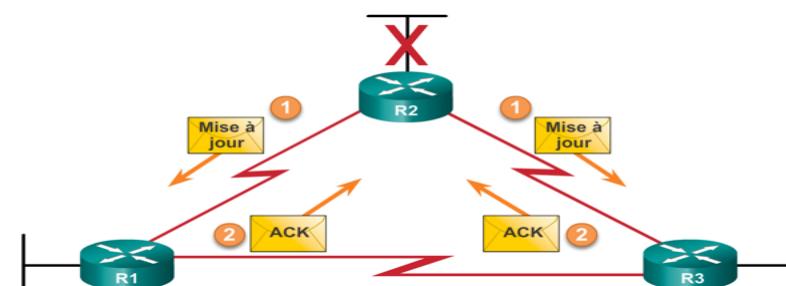
Paquets de mise à jour

- Le protocole EIGRP envoie des paquets de mise à jour pour propager les informations de routage.
- Les paquets de mises à jour sont transmis uniquement en cas de nécessité.
- Les mises à jour EIGRP contiennent uniquement les informations de routage nécessaires et ne sont envoyées qu'aux routeurs concernés.
- Le protocole EIGRP n'envoie pas de mises à jour régulières et les entrées de route ne peuvent pas devenir obsolètes.
- Le protocole EIGRP envoie des mises à jour (« partiel » et « limité ») incrémentielles uniquement lorsque l'état d'une destination change.



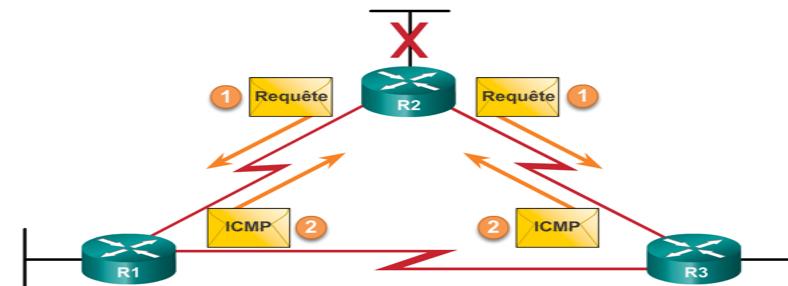
Paquets de reçu EIGRP

- Un reçu EIGRP est un paquet Hello EIGRP sans données.
- Les paquets de reçu EIGRP sont toujours envoyés en monodiffusion.



Paquets de demande EIGRP

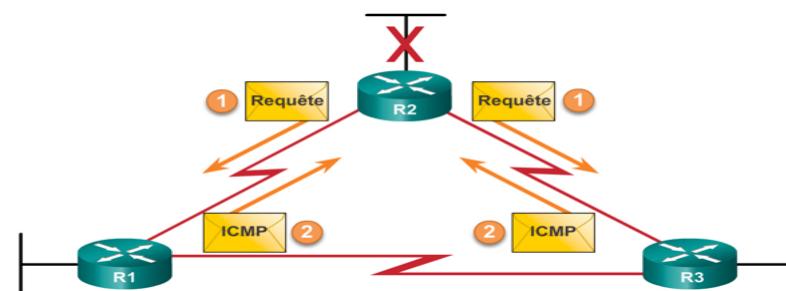
- DUAL utilise les paquets de demande et de réponse pour la recherche de réseaux et d'autres tâches.
- Les demandes peuvent être envoyées en multidiffusion ou monodiffusion, tandis que les réponses sont toujours en monodiffusion.



Paquets de demande et de réponse EIGRP

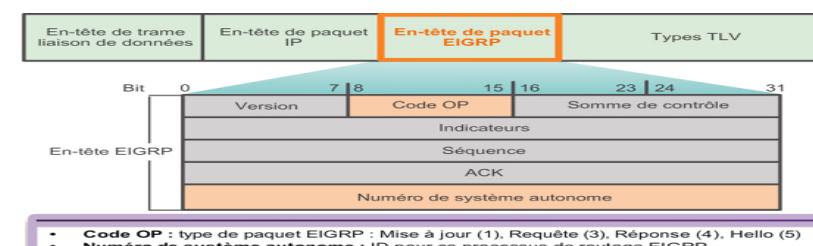
Paquets de réponse EIGRP

Tous les voisins doivent envoyer une réponse, qu'ils disposent ou non d'une route vers le réseau désactivé.



En-tête de paquet EIGRP

- Chaque message EIGRP comporte l'en-tête.
 - Les champs importants sont le champ Opcode (Code OP) et le champ Autonomous System Number (Numéro de système autonome).
 - Code OP désigne le type de paquet EIGRP, comme suit : Mise à jour Requête ;, ICMP, Hello.
 - Le numéro de système autonome indique le processus de routage EIGRP.
 - Le numéro de système autonome sert à suivre chaque processus EIGRP en cours d'exécution.



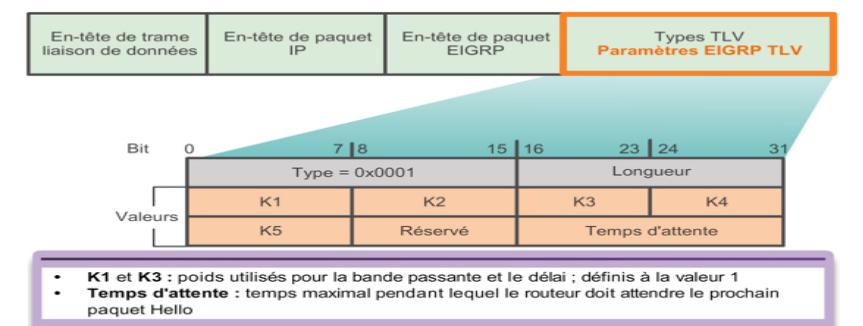
Encapsulation des messages EIGRP

- La partie données d'un message EIGRP est encapsulée dans un paquet.
 - Ce champ de données est appelé type, longueur, valeur (TLV).
 - Les types de TLV relatifs à ce cours sont les paramètres EIGRP, les routes internes IP et les routes externes IP.



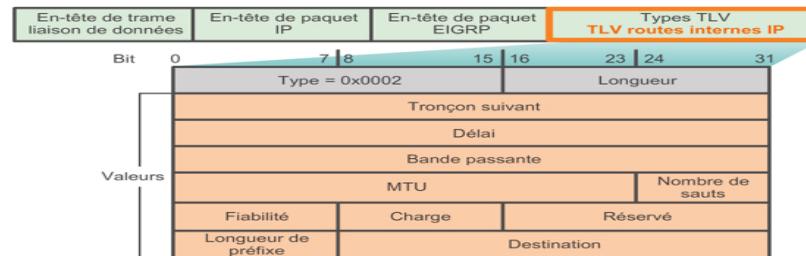
Paramètres EIGRP TLV

- Le message du paramètre EIGRP inclut les pondérations que le protocole EIGRP utilise pour sa métrique composite.
 - Par défaut, seuls la bande passante et le délai sont pondérés.
 - Le temps d'attente correspond au délai pendant lequel le voisin EIGRP qui reçoit le message doit attendre avant de considérer que le routeur annonciateur est hors service.



TLV des routes internes IP

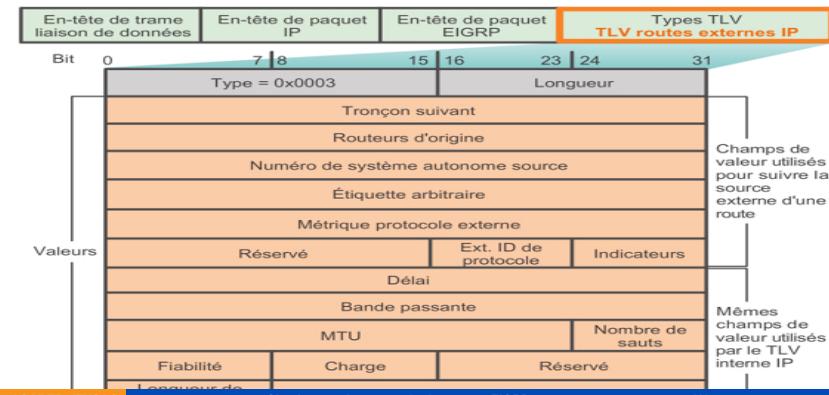
- Le message interne IP sert à annoncer les routes EIGRP au sein d'un système autonome.
- Les champs importants concernent les métriques (délai et bande passante), le masque de sous-réseau (longueur de préfixe) et la destination.



- Délai** : somme des délais en unités de 10 microsecondes de la source à la destination ; 0xFFFFFFFF indique une route inaccessible
- Bande passante** : valeur minimale de bande passante configurée pour toute interface le long de la route
- Longueur de préfixe** : spécifie le nombre de bits réseau du masque de sous-réseau
- Destination** : l'adresse réseau de destination ; ce champ est variable

TLV des routes externes IP

- Le message externe IP sert lors de l'importation des routes externes dans le processus de routage EIGRP.
- Dans ce chapitre, nous importerons ou redistribuerons une route statique par défaut dans le protocole EIGRP.



Plan de chapitre

- Introduction
- Caractéristiques du protocole EIGRP
- Fonctionnement du protocole EIGRP
- Métrique du protocole EIGRP
- Algorithme DUAL et table topologique
- Configuration du protocole EIGRP
- Vérification du protocole EIGRP

- L'objectif d'un protocole de routage dynamique est de détecter les réseaux distants à partir des autres routeurs et d'atteindre la convergence dans le domaine de routage.
- Pour que des routeurs puissent échanger des paquets de mise à jour EIGRP, le protocole EIGRP doit d'abord détecter ses voisins.
- Les voisins EIGRP sont d'autres routeurs exécutant le protocole EIGRP sur des réseaux connectés directement.
- Le protocole EIGRP utilise des paquets Hello pour établir des contiguités de voisinage et les gérer.
- Pour que deux routeurs EIGRP deviennent voisins, plusieurs paramètres doivent être concordants entre les deux routeurs.
- Chaque routeur EIGRP gère une table de voisinage, qui contient la liste des routeurs sur des liens partagés qui disposent d'une contiguïté EIGRP avec lui.
- La table de voisinage permet de suivre l'état des voisins EIGRP.

Contiguïté de voisinage EIGRP

- 1 Un nouveau routeur (R1) apparaît sur le lien et envoie un paquet Hello EIGRP via toutes ses interfaces configurées EIGRP.
- 2 Le routeur R2 reçoit le paquet Hello sur une interface sur laquelle le protocole EIGRP est activé. R2 répond avec un paquet de mise à jour EIGRP qui contient toutes les routes de sa table de routage, à l'exception de celles apprises via cette interface (dé découpage d'horizon). Toutefois, la contiguïté de voisinage n'est établie que lorsque R2 envoie également un paquet Hello EIGRP à R1.
- 3 Une fois que les deux routeurs ont échangé des paquets Hello, la contiguïté de voisinage est établie. R1 et R2 mettent à jour leurs tables de voisinage EIGRP en ajoutant le routeur adjacent comme voisin.

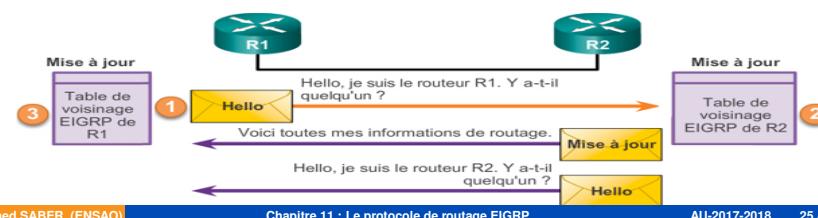
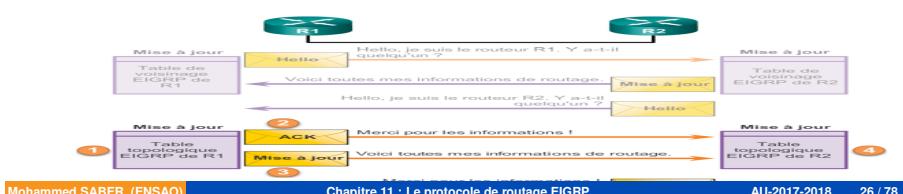


Table topologique EIGRP

- Les mises à jour EIGRP contiennent les réseaux accessibles à partir du routeur qui envoie la mise à jour.
- Comme les mises à jour EIGRP sont échangées entre des voisins, le routeur destinataire ajoute ces entrées à sa table topologique EIGRP.
- Chaque routeur EIGRP gère une table topologique pour chaque protocole routé configuré, notamment IPv4 et IPv6.
- La table topologique comprend les entrées de route de chaque destination apprise par le routeur à partir de ses voisins EIGRP connectés directement.
- Lorsqu'un routeur reçoit une mise à jour de routage EIGRP, il ajoute les informations de routage à sa table topologique EIGRP et répond avec un reçu EIGRP.



Convergence EIGRP

- 1 Une fois les paquets de mise à jour EIGRP reçus de la part de R2, à l'aide des informations contenues dans la table topologique, R1 met à jour sa table de routage IP avec le meilleur chemin vers chaque destination, y compris la métrique et le routeur de tronçon suivant.
- 2 Tout comme R1, R2 met à jour sa table de routage IP avec le meilleur chemin vers chaque réseau.
- 3 À ce stade, le protocole EIGRP est considéré comme convergent sur les deux routeurs.



Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Caractéristiques du protocole EIGRP
- 3 Fonctionnement du protocole EIGRP
- 4 Métrique du protocole EIGRP
- 5 Algorithme DUAL et table topologique
- 6 Configuration du protocole EIGRP
- 7 Vérification du protocole EIGRP

Métrique composite EIGRP

- Par défaut, le protocole EIGRP utilise les valeurs suivantes pour calculer le chemin préféré vers un réseau :
 - **Bande passante** : la bande passante la plus lente parmi toutes les interfaces sortantes, ainsi que le chemin de la source à la destination.
 - **Délai** : la somme des délais d'interface le long du chemin (en dizaines de microsecondes).
- Les valeurs suivantes peuvent être utilisées, mais sont déconseillées, car elles entraînent généralement un recalcul fréquent de la table topologique :
 - **Fiabilité** : représente la pire fiabilité entre la source et la destination, en fonction des tests d'activité.
 - **Charge** : représente la pire charge sur un lien entre la source et la destination, calculée en fonction du débit du paquet et de la bande passante configurée sur l'interface.

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***
Routing Protocol is "eigrp 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  EIGRP-IPv4 Protocol for AS(1)
    Metric weight k1=1, k2=0, k3=1, k4=0, k5=0
    N/A-aware route hold timer is 240
    Router ID: 1.1.1.1
<résultat omis>
R1#
```

Mohammed SABER (ENSAO)

Chapitre 11 : Le protocole de routage EIGRP

AU-2017-2018 29 / 78

Examen des valeurs de l'interface

La commande `show interfaces` affiche les informations sur l'interface, notamment les paramètres servant à calculer la métrique EIGRP.

```
R1# show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is WIC MBRD Serial
  Internet address is 172.16.3.1/30
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
  reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  encapsulation HDLC, loopback not set
  R1# show interfaces gigabitethernet0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4775.c3e0 (bia
fc99.4775.c3e0)
  Internet address is 172.16.1.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
  reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  encapsulation ARPA, loopback not set
<résultat omis>
R1#
```

- **BW** : bande passante de l'interface (en kilobits par seconde).
- **DLY** : délai de l'interface (en microsecondes).
- **Reliability** : fiabilité de l'interface sous la forme d'une fraction de 255 (255/255 indique une fiabilité de 100 %), calculée sous la forme d'une moyenne exponentielle sur cinq minutes.
- **Txload, Rxload** : charge de transmission et de réception sur l'interface sous la forme d'une fraction de 255 (255/255 indique une charge entièrement saturée), calculée sous la forme d'une moyenne exponentielle sur cinq minutes.

Mohammed SABER (ENSAO)

Chapitre 11 : Le protocole de routage EIGRP

AU-2017-2018 31 / 78

Métrique composite EIGRP

Formule composite par défaut :
 $\text{métrique} = [K1 \cdot \text{bande passante} + K3 \cdot \text{délai}]$

Formule composite complète :
 $\text{métrique} = [K1 \cdot \text{bande passante} + (K2 \cdot \text{bande passante})/(256 - \text{charge}) + K3 \cdot \text{délai}] * [K5 / (\text{fiabilité} + K4)]$

(Non utilisée si les valeurs « K » sont nulles)

Remarque : il s'agit d'une formule conditionnelle. Si K5 = 0, le dernier terme est remplacé par 1 et la formule devient : $\text{métrique} = [K1 \cdot \text{bande passante} + (K2 \cdot \text{bande passante})/(256 - \text{charge}) + K3 \cdot \text{délai}] * 1$

Valeurs par défaut :

K1 (bande passante) = 1
 K2 (charge) = 0
 K3 (délai) = 1
 K4 (fiabilité) = 0
 K5 (fiabilité) = 0

Les valeurs « K » peuvent être modifiées à l'aide de la commande `metric weights`

```
Router(config-router)# metric weights tos k1 k2 k3 k4 k5
```

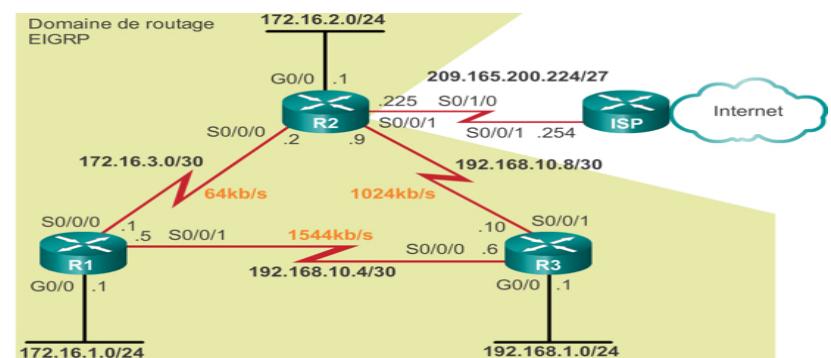
Mohammed SABER (ENSAO)

Chapitre 11 : Le protocole de routage EIGRP

AU-2017-2018 30 / 78

Métrique de bande passante

- La métrique de bande passante est une valeur statique utilisée par certains protocoles de routage, notamment EIGRP et OSPF, pour calculer leur métrique de routage.
- La bande passante est indiquée en kilobits par seconde (kb/s).



Mohammed SABER (ENSAO)

Chapitre 11 : Le protocole de routage EIGRP

AU-2017-2018 32 / 78

```
R1(config)# interface s 0/0/0
R1(config-if)# bandwidth 64
```

```
R3(config)# interface s 0/0/1
R3(config-if)# bandwidth 1024
```

```
R2(config)# interface s 0/0/0
R2(config-if)# bandwidth 64
R2(config-if)# exit
R2(config)# interface s 0/0/1
R2(config-if)# bandwidth 1024
```

```
R1# show interface s 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Internet address is 172.16.3.1/30
MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
R2# show interface s 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Internet address is 172.16.3.2/30
MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

- Le délai correspond à la mesure de temps (microsecondes) nécessaire à un paquet pour traverser une route.
- La valeur de délai, comme la valeur de bande passante, est une valeur par défaut.

Multimédia	Délai
Ethernet	1.000
Fast Ethernet	100
Modules SFP	10
Token Ring 16 M	630
FDDI	100
T1 (série par défaut)	20.000
DS0 (64kbit/s)	20.000
1024kbit/s	20.000
56kbit/s	20.000

Métrique de délai

La métrique de délai (DLY) est une valeur statique déterminée à partir du type de liaison à laquelle l'interface est connectée et s'exprime en microsecondes.

```
R1# show interfaces s 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Internet address is 172.16.3.1/30
MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
R1# show interfaces g 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4775.c3e0
(bia fc99.4775.c3e0)
Internet address is 172.16.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

Mode de calcul de la métrique EIGRP

Bien que le protocole EIGRP calcule automatiquement la métrique de table de routage servant à choisir le meilleur chemin, il est important que l'administrateur réseau comprenne le mode de détermination de ces métriques.

- Étape 1.** Déterminez le lien avec la bande passante la plus lente. Utilisez cette valeur pour calculer la bande passante (10 000 000/bande passante).
- Étape 2.** Déterminez la valeur de délai de chaque interface sortante vers la destination. Additionnez les valeurs de délai et divisez le résultat par 10 (somme des délais/10).
- Étape 3.** Additionnez les valeurs calculées de bande passante et de délai et multipliez la somme par 256 pour obtenir la métrique EIGRP.

$$[K1 * \text{bande passante} + K3 * \text{délai}] * 256 = \text{métrique}$$

Comme K1 et K3 sont toutes deux égales à 1, la formule devient :

$$(\text{bande passante} + \text{délai}) * 256 = \text{métrique}$$

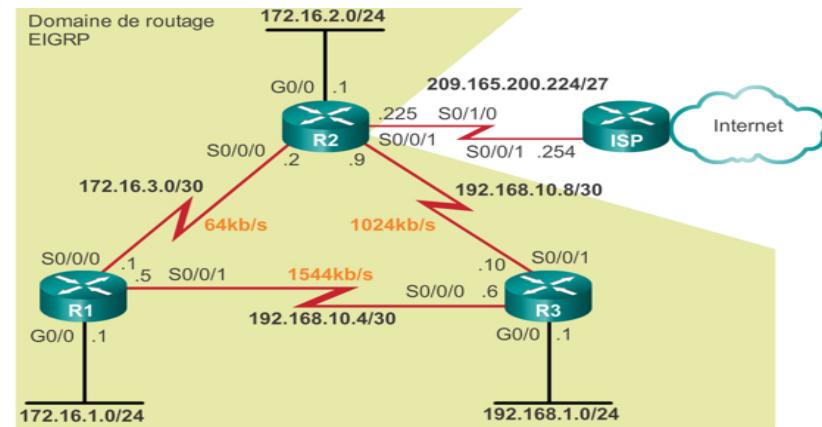
La bande passante est calculée à l'aide du débit du lien le plus lent de la route vers la destination.

Le délai est calculé à l'aide de la somme de tous les délais de la route vers la destination.

$$((10\ 000\ 000/\text{bande passante}) + (\text{somme des délais}/10)) * 256 = \text{métrique}$$

```
R2# show ip route
D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10, 00:12:32, Serial0/0/1
```

Cet exemple illustre la façon dont le protocole EIGRP détermine la métrique affichée dans la table de routage de R2 pour le réseau 192.168.1.0/24.



Cet exemple illustre la façon dont le protocole EIGRP détermine la métrique affichée dans la table de routage de R2 pour le réseau 192.168.1.0/24.

Calcul de la bande passante

```
R2# show interface s 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Internet address is 192.168.10.9/30
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<résultat omis>
R2#
```

```
R3# show interface g 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4771.7a20
(bia fc99.4771.7a20)
Internet address is 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<résultat omis>
R3#
```

Calcul de la bande passante à l'aide de la bande passante la plus lente vers la destination : 1 024

$$(10\ 000\ 000 + 1\ 024) = 9\ 765$$

Remarque : 9 765,625 est arrondi à 9 765.

Cet exemple illustre la façon dont le protocole EIGRP détermine la métrique affichée dans la table de routage de R2 pour le réseau 192.168.1.0/24.

Examen des valeurs de délai

```
R2# show interface s 0/0/1
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
Hardware is WIC MBRD Serial
Internet address is 192.168.10.9/30
MTU 1500 bytes, BW 1024 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<résultat omis>
R2#
```

```
R3# show interface g 0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is CN Gigabit Ethernet, address is fc99.4771.7a20
(bia fc99.4771.7a20)
Internet address is 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
<résultat omis>
R3#
```

Calcul du délai à l'aide de la somme de tous les délais vers la destination : 20 000 + 10

$$(20\ 000 + 10) + 10 = 2\ 001$$

Calcul de la métrique EIGRP

Cet exemple illustre la façon dont le protocole EIGRP détermine la métrique affichée dans la table de routage de R2 pour le réseau 192.168.1.0/24.

```
R2# show ip route
<rезультат омис>

D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10, 00:12:32,
Serial0/0/1
```

Utilisez les résultats dans la formule de la métrique par défaut :

$$(\text{bande passante} + \text{délai}) * 256 = \text{métrique}$$

$$(9\ 765 + 2\ 001) * 256 = 3\ 012\ 096$$

Concepts DUAL

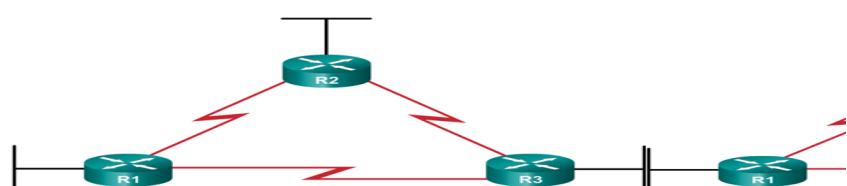
- Le protocole EIGRP utilise l'algorithme DUAL (Diffusing Update Algorithm) pour fournir les meilleurs chemins sans boucle et chemins de secours sans boucle.
- DUAL utilise plusieurs termes sont :
 - Successeur ;
 - Distance de faisabilité (FD) ;
 - Successeur potentiel (FS) ;
 - Distance annoncée (Reported Distance, RD ou Advertised Distance, AD) ;
 - Condition de faisabilité (Feasible Condition ou Feasibility Condition, FC) ;
- Ces termes et concepts sont au cœur du mécanisme d'évitement de boucle de DUAL.

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Caractéristiques du protocole EIGRP
- 3 Fonctionnement du protocole EIGRP
- 4 Métrique du protocole EIGRP
- 5 Algorithme DUAL et table topologique
- 6 Configuration du protocole EIGRP
- 7 Vérification du protocole EIGRP

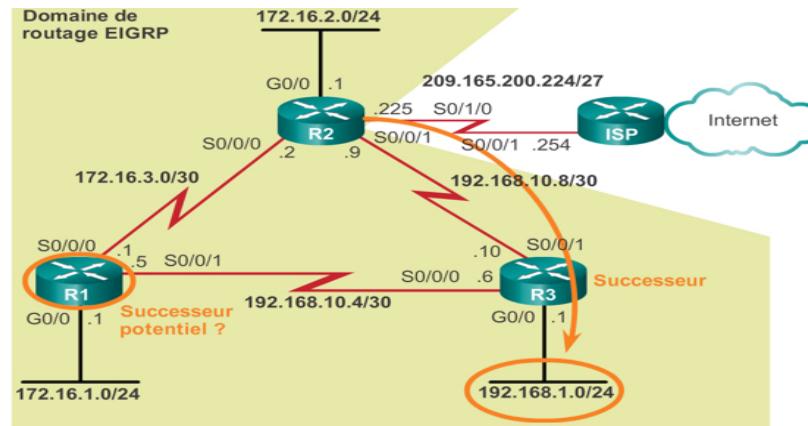
Présentation de l'algorithme DUAL

- Le protocole EIGRP utilise l'algorithme de convergence DUAL.
- La convergence est essentielle dans un réseau pour éviter les boucles de routage.
- Les boucles de routage, même temporaires, peuvent nuire aux performances réseau.
- Les protocoles de routage à vecteur de distance, tels que le protocole RIP, empêchent les boucles de routage avec des minuteurs de mise hors service et un découpage d'horizon.
- Bien que le protocole EIGRP utilise ces deux techniques, il les utilise un peu différemment, le principal moyen d'éviter les boucles de routage étant l'algorithme DUAL.



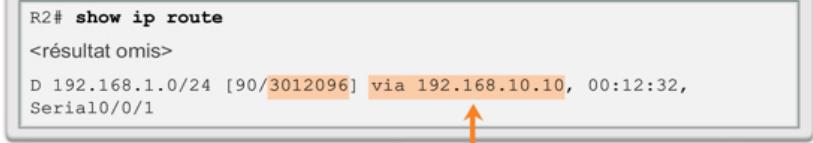
Successeur

Un successeur est un routeur voisin utilisé pour le transfert de paquets et qui constitue la route à moindre coût vers le réseau de destination.



Successeur

L'adresse IP d'un successeur figure dans l'entrée de la table de routage tout de suite après le mot `via`.



Successeur

- R3 sur 192.168.10.10 est le réseau successeur 192.168.1.0/24.

Distance de faisabilité (DF)

- La distance de faisabilité (FD) est la métrique la plus basse calculée pour atteindre le réseau de destination.
- La distance FD est le second nombre entre crochets répertorié dans l'entrée de table de routage.
- Comme avec d'autres protocoles de routage, on l'appelle également « métrique de la route ».

```
R2# show ip route
<résultat omis>
D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10, 00:12:32,
Serial0/0/1
```

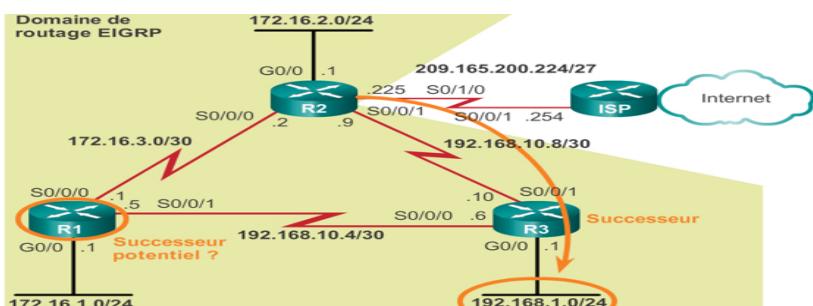
Distance de faisabilité

Successeur

- R3 sur 192.168.10.10 est le réseau successeur 192.168.1.0/24.
- Cette route a une distance de faisabilité de 3 012 096.

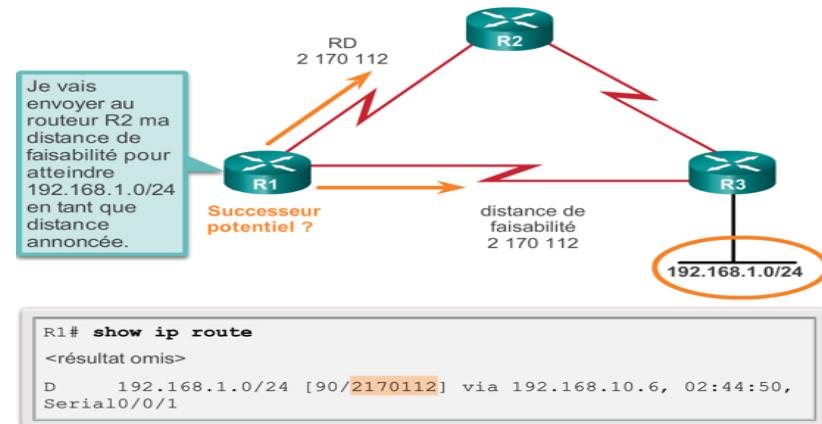
Successeurs potentiels (FS)

- DUAL peut converger rapidement après une modification de la topologie, car il peut utiliser les chemins de secours vers d'autres réseaux sans nouveau calcul.
- Ces chemins de secours sont appelés « successeurs potentiels » (FS).
- Un successeur potentiel est un voisin disposant d'un chemin de secours sans boucle vers le même réseau que le successeur, et qui remplit la condition de faisabilité (FC).



Distance annoncée (DR)

La distance annoncée est la métrique (la distance de faisabilité) qu'un routeur annonce à un voisin à propos de son propre coût vers le réseau.



Condition de faisabilité (CF)

- La condition de faisabilité (FC) est remplie lorsque la distance annoncée (RD) d'un voisin à un réseau est inférieure à la distance de faisabilité du routeur local par rapport à ce même réseau de destination.

• La distance de faisabilité de R2 jusqu'à 192.168.1.0 est 3 012 096.
• La distance annoncée de R1 jusqu'à 192.168.1.0 est 2 170 112.
• R1 remplit la condition de faisabilité.

```
R2# show ip route
<résultat omis>
D 192.168.1.0/24 [90/3012096] via 192.168.10.10,
00:12:32, Serial0/0/1
```

Distance de faisabilité Successeur (R3)

```
R1# show ip route
<résultat omis>
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.6, 02:44:50,
Serial0/0/1
```

Distance de faisabilité
Envoyé à R2 comme distance annoncée de R1

- Si la distance annoncée est inférieure, elle représente un chemin sans boucle.

Exemple Successeurs potentiels (FS)

- En cas de problème sur le chemin de R2 vers 192.168.1.0/24 via R3 (successeur), R2 installe immédiatement le chemin via R1 (FS) dans sa table de routage.
- R1 devient le nouveau successeur du chemin de R2 vers ce réseau.

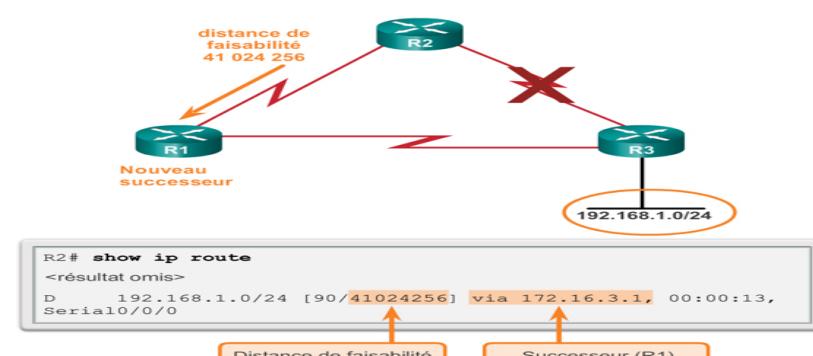


Table topologique : commande show ip eigrp topology

- La table topologique EIGRP contient toutes les routes connues vers chaque voisin EIGRP.
- Un routeur EIGRP apprenant des routes à partir de ses voisins, ces routes sont installées dans sa table topologique EIGRP.
- La table topologique répertorie tous les successeurs et successeurs potentiels calculés par DUAL vers les réseaux de destination.
- Seul le successeur est installé dans la table de routage IP.

```
R2# show ip eigrp topology
EIGRP-IPv4 Topology Table for AS(1)/ID(2.2.2.2)
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
r - reply Status, s - sia Status
P 172.16.2.0/24, 1 successors, FD is 2816
via Connected, GigabitEthernet0/0
P 192.168.10.4/30, 1 successors, FD is 3523840
via 192.168.10.10 (3523840/2169856), Serial0/0/1
via 172.16.3.1 (41024000/2169856), Serial0/0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3012096
via 192.168.10.10 (3012096/2816), Serial0/0/1
via 172.16.3.1 (41024256/2170112), Serial0/0/0
P 172.16.3.0/30, 1 successors, FD is 40512000
via Connected, Serial0/0/0
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 3524096
via 192.168.10.10 (3524096/2170112), Serial0/0/1
via 172.16.3.1 (40512256/2816), Serial0/0/0
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3011840
via Connected, Serial0/0/1
```

Table topologique : commande show ip eigrp topology

- P : la route est à l'état passif. Lorsque l'algorithme DUAL n'effectue pas ses calculs de diffusion pour déterminer le chemin d'un réseau, la route est en mode stable, également appelé état passif.
- Si DUAL recalcule ou recherche un nouveau chemin, la route est à l'état actif et affiche la lettre A. Toutes les routes de la table topologique d'un domaine de routage stable doivent être à l'état passif.

```
R2# show ip eigrp topology
EIGRP-IPv4 Topology Table for AS(1)/ID(2.2.2.2)
Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
      r - reply Status, s - sia Status

P 172.16.2.0/24, 1 successors, FD is 2816
  via Connected, GigabitEthernet0/0
P 192.168.10.4/30, 1 successors, FD is 3523840
  via 192.168.10.10 (3523840/2169856), Serial0/0/0
  via 172.16.3.1 (41024000/2169856), Serial0/0/0
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3012096
  via 192.168.10.10 (3012096/2816), Serial0/0/1
  via 172.16.3.1 (41024256/2170112), Serial0/0/0
P 172.16.3.0/30, 1 successors, FD is 40512000
  via Connected, Serial0/0/0
P 172.16.1.0/24, 1 successors, FD is 3524096
  via 192.168.10.10 (3524096/2170112), Serial0/0/1
  via 172.16.3.1 (40512256/2816), Serial0/0/0
P 192.168.10.8/30, 1 successors, FD is 3011840
  via Connected, Serial0/0/1
```

Table topologique : commande show ip eigrp topology

R2# show ip eigrp topology

<résultat omis>

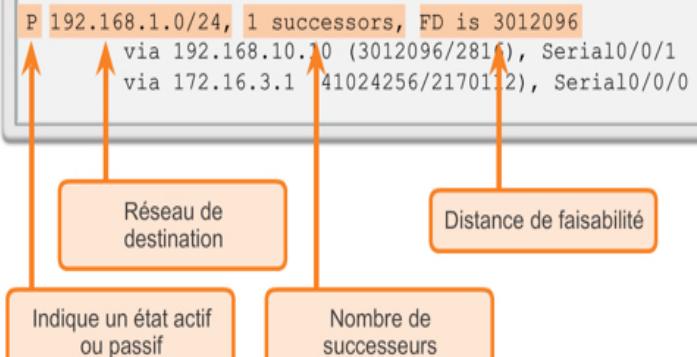


Table topologique : commande show ip eigrp topology

```
R2# show ip eigrp topology
<résultat omis>
```

```
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3012096
  via 192.168.10.10 (3012096/2816), Serial0/0/1
  via 172.16.3.1 (41024256/2170112), Serial0/0/0
```

Adresse de tronçon suivant du successeur

Distance de faisabilité

Distance annoncée du successeur (R3)

Interface de sortie permettant d'atteindre ce réseau

Table topologique : commande show ip eigrp topology

R2# show ip eigrp topology

<résultat omis>

```
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 3012096
  via 192.168.10.10 (3012096/2816), Serial0/0/1
  via 172.16.3.1 (41024256/2170112), Serial0/0/0
```

Adresse de tronçon suivant du successeur potentiel (R1)

Distance de faisabilité si le successeur potentiel (R1) était le successeur

Interface de sortie permettant d'atteindre ce réseau

Distance annoncée du successeur potentiel (R1)

Table topologique : aucun successeur potentiel

Pour voir comment DUAL utilise les successeurs et successeurs potentiels, examinez la table de routage de R1, à condition que le réseau soit convergent.

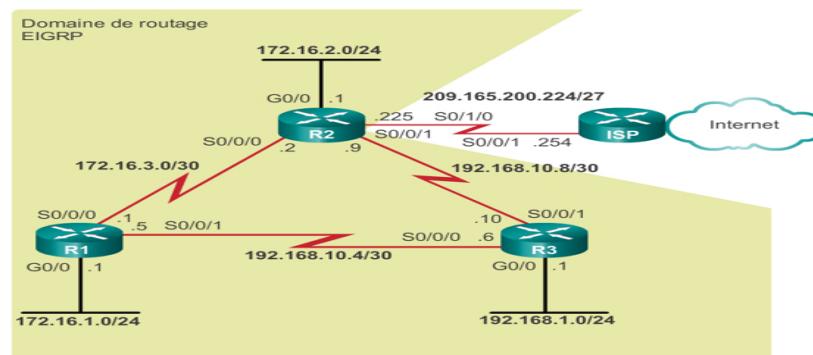


Table topologique : aucun successeur potentiel

La table de routage IP inclut uniquement le meilleur chemin, le successeur.

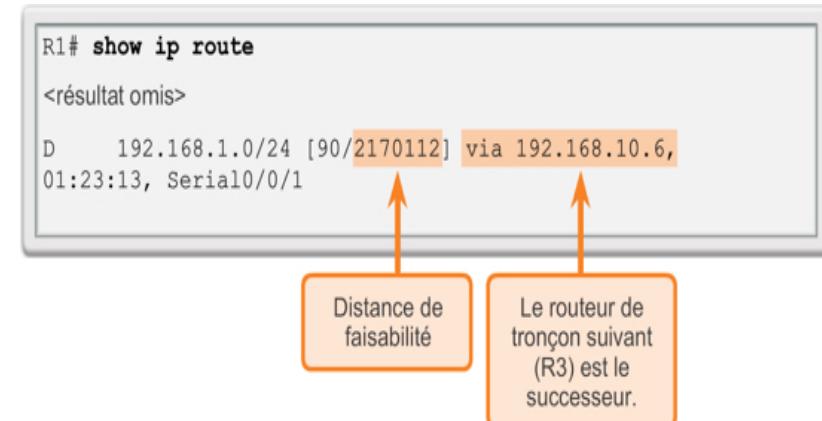


Table topologique : aucun successeur potentiel

- Pour voir s'il existe des successeurs potentiels, nous devons examiner la table topologique EIGRP.
- Il n'existe aucun successeur potentiel. En examinant la topologie physique réelle ou le schéma du réseau, on peut immédiatement constater qu'un chemin de secours existe vers 192.168.1.0/24 via R2. R2 n'est pas un successeur potentiel, car il ne remplit pas la condition de faisabilité.

```
R1# show ip eigrp topology
<résultat omis>
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2170112
    via 192.168.10.6 (2170112/2816), Serial0/0/1
```

Successeur

Table topologique : aucun successeur potentiel

- En examinant la topologie physique réelle ou le schéma du réseau, on peut immédiatement constater qu'un chemin de secours existe vers 192.168.1.0/24 via R2. R2 n'est pas un successeur potentiel, car il ne remplit pas la condition de faisabilité.
- Tous les liens peuvent être affichés à l'aide de la commande **show ip eigrp topology all-links**.
- Cette commande affiche les liens, qu'ils remplissent ou non la condition de faisabilité.

```
R1# show ip eigrp topology all-links
<résultat omis>
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 2170112, serno 9
    via 192.168.10.6 (2170112/2816), Serial0/0/1
    via 172.16.3.2 (41024256/3012096), Serial0/0/0
```

Plan de chapitre

- 1 Introduction
- 2 Caractéristiques du protocole EIGRP
- 3 Fonctionnement du protocole EIGRP
- 4 Métrique du protocole EIGRP
- 5 Algorithme DUAL et table topologique
- 6 Configuration du protocole EIGRP
- 7 Vérification du protocole EIGRP

Configuration du protocole EIGRP

- Sélection des réseaux directement connectés :

```
Router(config-router)# network network-number
```

```
R1(config)# router eigrp 1
R1(config-router)# network 172.16.0.0
R1(config-router)# network 192.168.10.0
R1(config-router)#

```

- Selection sous-réseaux directement connectés :

```
Router(config-router)# network network-number wildcard-mask
```

Active le protocole EIGRP pour une interface spécifique à l'aide du sous-réseau 192.168.10.8/30.

```
R2(config)# router eigrp 1
R2(config-router)# network 192.168.10.8 0.0.0.3
R2(config-router)#

```

Configuration du protocole EIGRP

- La commande de mode de configuration globale suivante sert à accéder au mode de configuration du routeur EIGRP et à commencer la configuration du processus EIGRP :

```
Router(config)# router eigrp autonomous-system
```

- Tous les routeurs dans le domaine de routage EIGRP doivent utiliser le même numéro de système autonome (Process ID).

```
R1(config) # router eigrp 1
R1(config-router) #
```

```
R2(config) # router eigrp 1
R2(config-router) #
```

```
R3(config) # router eigrp 1
R3(config-router) #
```

- Par défaut, une « automatic summarization » est effectué par EIGRP, il est nécessaire pour désactiver cette fonction.

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

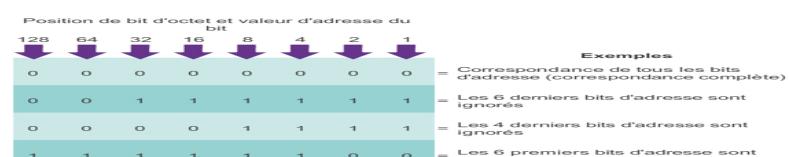
Configuration du protocole EIGRP

Masques génériques

Masque générique (wildcard mask)

Un masque générique est une chaîne de 32 chiffres binaires utilisés par le routeur pour déterminer quels bits de l'adresse examiner afin d'établir une correspondance.

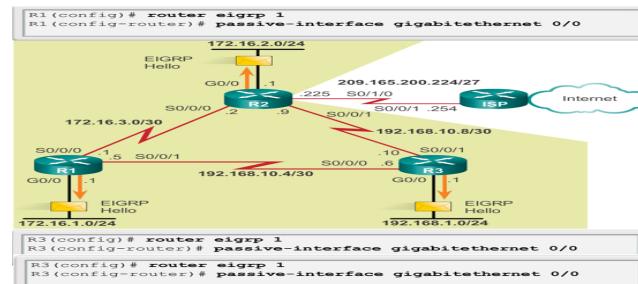
- Les masques génériques et les masques de sous-réseau diffèrent dans leur méthode de mise en correspondance des 1 et des 0 binaires.
- Les masques génériques respectent les règles suivantes pour faire correspondre les chiffres binaires 1 et 0 :
 - **Bit 0 de masque générique** : permet de vérifier la valeur du bit correspondant dans l'adresse.
 - **Bit 1 de masque générique** : permet d'ignorer la valeur du bit correspondant dans l'adresse.



Configuration du protocole EIGRP

Commande passive interface

- La commande `passive-interface` permet d'empêcher les contiguités de voisinage.
- Deux raisons principales peuvent motiver l'activation de la commande `passive-interface` :
 - Pour supprimer le trafic de mise à jour inutile, notamment en présence d'une interface LAN, sans autres routeurs connectés
 - Pour augmenter les contrôles de sécurité, par exemple pour empêcher les périphériques de routage indésirables inconnus de recevoir les mises à jour EIGRP



Vérification du protocole EIGRP

Examen des voisins

- Pour que le protocole EIGRP puisse envoyer ou recevoir des mises à jour, les routeurs doivent établir des contiguités avec leurs voisins.
- Les routeurs EIGRP établissent des contiguités avec des routeurs voisins en échangeant des paquets Hello EIGRP.
- Utilisez la commande `show ip eigrp neighbors` pour afficher la table de voisinage et vérifier que le protocole EIGRP a établi une contiguïté avec ses voisins.

R1# show ip eigrp neighbors							
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(1)							
H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime (ms)	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt Seq Num
1	192.168.10.6	Se0/0/1	11	04:57:14	27	162	0 8
0	172.16.3.2	Se0/0/0	13	07:53:46	20	120	0 10

Adresse IPv4 du voisin
L'interface locale reçoit des paquets
Quelques secondes avant de déclarer que le voisin est désactivé
Délai écoulé depuis l'ajout du voisin à la table

Plan de chapitre

- Introduction
- Caractéristiques du protocole EIGRP
- Fonctionnement du protocole EIGRP
- Métrique du protocole EIGRP
- Algorithme DUAL et table topologique
- Configuration du protocole EIGRP
- Vérification du protocole EIGRP

Vérification du protocole EIGRP

Commande show ip protocols

```

R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***
Routing Protocol is "eigrp 1" ❶ Protocole de routage et ID de processus
                                         (numéro de système autonome)
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Default networks flagged in outgoing updates
Default networks accepted from incoming updates
EIGRP-IPv4 Protocol for AS(1)
Metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
NSF-aware route hold timer is 240
Router-ID: 1.1.1.1 ❷ ID de routeur EIGRP
Topology: 0 (base)
Active Timer: 3 min
Distance: internal 90 external 170 ❸ Distances administratives EIGRP
Maximum path: 4
Maximum hopcount 100
Maximum metric variance 1
Automatic Summarization: disabled ❹ La récapitulation automatique EIGRP est désactivée.
Maximum path: 4
Routing for Networks:
  172.16.0.0
  192.168.10.0
Routing Information Sources:
  Gateway          Distance   Last Update
  192.168.10.6      90        00:40:20
  172.16.3.2        90        00:40:20
Distance: internal 90 external 170 ❺ EIGRP Routing Information Sources (Sources d'informations de routage) indiquent toutes les sources de routage EIGRP utilisées par l'iOS pour créer sa table de routage IPv4.
  
```

Introduction Caractéristiques EIGRP Fonctionnement EIGRP Métrique EIGRP Algorithme DUAL Configuration EIGRP Vérification du protocole EIGRP

Commande show ip protocols

Le résultat présenté fournit plusieurs paramètres EIGRP :

- 1 Le protocole EIGRP est un protocole de routage dynamique actif sur R1 configuré avec le numéro de système autonome 1.
- 2 L'ID de routeur EIGRP de R1 est 1.1.1.1.
- 3 Les distances administratives EIGRP sur R1 sont de 90 en interne et de 170 en externe (valeurs par défaut).
- 4 Par défaut, le protocole EIGRP ne récapitule pas automatiquement les réseaux. Les sous-réseaux sont inclus dans les mises à jour de routage.
- 5 Les contiguités de voisinage EIGRP de R1 avec d'autres routeurs servent à recevoir les mises à jour de routage EIGRP.

Introduction Caractéristiques EIGRP Fonctionnement EIGRP Métrique EIGRP Algorithme DUAL Configuration EIGRP Vérification du protocole EIGRP

Distance administrative

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

Introduction Caractéristiques EIGRP Fonctionnement EIGRP Métrique EIGRP Algorithme DUAL Configuration EIGRP Vérification du protocole EIGRP

Examen de la table de routage : show ip route

- La table de routage EIGRP contient les meilleures routes vers une destination donnée. Ces informations sont extraites de la table topologique.
- Chaque routeur EIGRP tient à jour une table de routage pour chaque protocole de réseau.
- Une route successeur est une route sélectionnée comme route principale à utiliser pour atteindre une destination.
- À l'aide des informations contenues dans la table de voisinage et la table topologique, l'algorithme DUAL identifie la route successeur puis l'insère dans la table de routage.
- Il peut y avoir jusqu'à quatre routes successeur pour une route particulière.
- Ces routes peuvent être de coût égal ou différent et elles sont identifiées comme les meilleurs chemins exempts de boucles vers une destination donnée.
- Une copie des routes successeur est également insérée dans la table topologique.

Introduction Caractéristiques EIGRP Fonctionnement EIGRP Métrique EIGRP Algorithme DUAL Configuration EIGRP Vérification du protocole EIGRP

Examen de la table de routage : show ip route

La récapitulation automatique peut être activée :

```
R1#show ip route
Codes: 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
      i - IS-IS, su - IS-IS summary, 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, 3 subnets, 2 masks
 D 192.168.10.0/24 is a summary, 00:45:09, Null0
 C 192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/1
 D 192.168.10.8/30 [90/3523840] via 192.168.10.6, 00:44:56, Serial0/0/1
 172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 3 masks
 D 172.16.0.0/16 is a summary, 00:46:10, Null0
 C 172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
 D 172.16.2.0/24 [90/40514560] via 172.16.3.2, 00:45:09, Serial0/0/0
 C 172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
 D 192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.10.6, 00:44:55, Serial0/0/1
```

Dans le protocole EIGRP, une route de récapitulatif Null0 est installée pour chaque route parent. Les paquets correspondant à la route de récapitulatif Null0 sont supprimés.

Examen de la table de routage : show ip route

La récapitulation automatique peut être désactivée à l'aide de la commande de mode de configuration du routeur no auto-summary.

```
R1# 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
<rезультат омис>
Gateway of last resort is not set
  172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks
C    172.16.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    172.16.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
D    172.16.2.0/24 [90/2170112] via 172.16.3.2, 00:14:35, Serial0/0/0
C    172.16.3.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    172.16.3.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
D 192.168.1.0/24 [90/2170112] via 192.168.10.6, 00:13:57, Serial0/0/1
  192.168.10.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C    192.168.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/1
L    192.168.10.5/32 is directly connected, Serial0/0/1
D 192.168.10.8/30 [90/2681856] via 192.168.10.6, 00:50:42, Serial0/0/1
  [90/2681856] via 172.16.3.2, 00:50:42, Serial0/0/0
R1#
```

QUESTIONS ?

